Niveau(x) d'enseignement: 4 Numéro EDUQ : 8570760
Centre d'intérêt: 874

Derome, Claire.

Histoire de l'industrie minière : élaboration d'activités d'apprentissage : document de travail / par Claire Derome avec la collab. de Charles Bergeron, Johanne Jean, Colette Picard, Pierre Verpaelst ; [pour les Plans de perfectionnement des maîtres de l'enseignement professionnel], Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue. -- [Rouyn] : L'Université, 1985.
135 p. en pag. multiple : graph., plans ; 28 cm.

En tête du titre: Programme de formation du mineur. Bibliogr. à la fin des pties.

Descripteur(s): *Techniques physiques *Histoire *Industrie *Activité d'apprentissage *Elaboration de guides pédagogiques *Evaluation de programmes *Secondaire (Niveau)

Identificateur(s) de sujet: *Industrie minière *Mineur

Le document intitulé "Histoire de l'industrie minière" comprend: 1. la première version du cahier du maître, du cahier de l'élève et du cahier technologique; 2. les résultats de la pré-évaluation; 3. la deuxième version du cahier de l'enseignant, du cahier de l'élève et du cahier technologique. Le cahier technologique trace brièvement l'histoire de l'industrie minière de l'âge de pierre à nos jours. L'objectif terminal des cahiers du maître et de l'élève est de rendre l'élève capable de caractériser et de situer l'évolution de l'industrie minière, de la préhistoire à nos jours.

Les cahiers du maître et de l'élève contiennent chacun quatre activités: 1. une visite d'un musée ou d'une exposition sur le milieu minier; 2. des bandes dessinées historiques; 3. l'échelle du temps; 4. la rencontre avec un mineur. Pour chaque activité, on indique au maître le but de l'activité, les pré-requis, les directives et la méthode d'évaluation. L'élève se voit indiquer le but de l'activité, les pré-requis, les directives et le déroulement de l'activité. Les directives données au maître et à l'élève sont différentes, selon le rôle imparti à chacun.

Type de document: d
Région(s) administrative(s): 08
Notice(s) connexe(s): 8570755, 8570756, 8570757, 8570758, 8570759
Financement: Bénéficiaire - UQ en Abitibi-Témiscamingue
Organisme(s) source(s) - MEQ-DGERU
Programme(s) de subvention - PPMEP

EDUQ 8570760

PPMEP

PLANS DE PERFECTIONNEMENT DES
MAITRES DE L'ENSEIGNEMENT
PROFESSIONNEL

Université du Québec
en Abitibi-Témiscamingue

EDUQ 8570760

Programme de Formation du mineur

Elaboration d'activités d'apprentissage

HISTOIRE DE L'INDUSTRIE MINIÈRE

par

Claire Derome

avec la collaboration de

Charles Bergeron, Johanne Jean, Colette Picard,
Pierre Verpaelst

Document de travail

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE

JUIN 1985

Ce document comprend:

- la première version
  - .du cahier du maître
  - .du cahier de l'élève
  - .du cahier technologique

- les résultats de la pré-évaluation

- et la deuxième version
  - .du cahier de l'enseignant
  - .du cahier de l'élève
  - .du cahier technologique

HISTOIRE DE L'INDUSTRIE MINIERE

lère version

HISTOIRE DE L'INDUSTRIE MINIERE

Cahier du maître

Objectif terminal

Rendre l'élève capable de caractériser et de situer l'évolution de l'industrie minière, de la préhistoire à nos jours.

Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
01 Identifier les étapes majeures traversées par l'industrie minière au cours des âges.	- Age de pierre - Age des métaux - Ier siècle au XVIième siècle - XVIième siècle au XIXième siècle - L'âge de l'énergie
02 Décrire globalement l'évolution de l'industrie minière	- Découverte des métaux et autres minerais au cours des âges - Minage des métaux et autres minerais - Utilisation des métaux et autres minerais - Statut et conditions de travail du mineur
03 Démontrer les effets et conséquences du développement de l'industrie minière	Effets et conséquences des principales découvertes sur leur époque: - apparition des outils - révolution industrielle - ère atomique

ACTIVITÉ I

L'échelle du temps

Objectifs

- Identifier les origines des premières évidences de minage par l'homme à travers les âges.

- Décrire globalement l'évolution de l'industrie minière.

Pré-requis

Il faut que les étudiants aient lu le texte du cahier technologique «Histoire de l'industrie minière», page 1 à 32 , ou que, préférablement, vous ayez transmis le contenu du cahier technologique sous forme de cours ou autre en fournissant, évidemment, des explications supplémentaires.

Directives

- Dépendamment de la grosseur du groupe, l'activité est réalisée en équipes variant de 2 à 4 personnes.

- Vous devez bien expliquer aux étudiants la façon de rédiger l'échelle du temps. Ils ont un exemple dans leur cahier mais vous devriez tout de même leur en présenter un autre au tableau.

- Vous donnez au moins 1 heure 1/2 aux équipes pour compléter l'activité.

- Les étudiants vont vous remettre leur échelle du temps, vous les corrigez et leur remettez par la suite, car ils en auront besoin pour d'autres activités.

Corrigé

Voir feuille ci-jointe.

ACTIVITÉ 2

Bandes dessinées historiques

Objectif

Décrire les différents types de minage utilisés de l'Antiquité à nos jours.

Pré-requis

Il faut que les étudiants aient réalisé l'activité 1.

Directives

- Dépendamment de la grosseur du groupe, la classe se divise, si cela est possible, entre 7 équipes composées de 3 ou 4 personnes. Si le groupe n'est pas assez gros, la classe se divise en 3 ou 4 équipes et chacune des équipes prend 2 périodes.

- Chaque période est représentée avec l'aide de 2 à 4 dessins, maximum. L'important n'est pas de bien dessiner une scène, mais c'est plutôt de bien choisir la scène. Donc, vos commentaires, suite à la réalisation de l'activité, devront porter sur le choix pertinent de la scène.

Corrigé

Pour évaluer les dessins des étudiants, vous vous servez des thèmes donnés dans l'échelle du temps ainsi que du cahier technologique «Histoire de l'industrie minière». Vous n'évaluez pas la qualité du dessin, mais bel et bien la scène qui est représentée.

ACTIVITÉ 3

Rencontre avec un mineur

Objectif

Décrire l'évolution de l'industrie minière.

Pré-requis

Il faut que les étudiants aient lu le texte du cahier technologique «Histoire de l'industrie minière», page 33 à 35 .

Directives

- Vous devez, pour réaliser l'activité, faire des recherches afin de trouver un mineur qui aura travaillé dans les mines dans les années 40. Avec ce mineur, vous réaliserez l'interview avec la classe.

- Les questions qui serviront lors de l'interview sont élaborées en classe. Il est important que des questions soient posées sur le travail et le statut du mineur dans les années 40. Vous rédigez les questions avec les étudiants en classe, la semaine précédant l'interview. Vous faites dactylographier les questions et les distribuer aux étudiants.

- Voici quelques exemples de questions qui peuvent être posées:

  Dans les années 40,

  . Quelles machineries étaient employées dans les mines?

  . Combien d'heures par jour le mineur travaillait-il?

  . Quel était le salaire du mineur?

  . Le forage était effectué de quelle façon?

  . Etc...

- Lors de l'interview, vous agirez à titre d'animateur.

- Quand l'interview est terminée, et que l'invité est parti, vous tenez une plénière en demandant aux étudiants leurs impressions sur les conditions de travail et le statut de mineur au cours des années 40 comparativement à celles d'aujourd'hui.

Corrigé

Vous évaluez l'activité sur la base de la participation des étudiants à l'activité.

HISTOIRE DE L'INDUSTRIE MINIERE

Cahier de l'élève

Objectif terminal

Rendre l'élève capable de caractériser et de situer l'évolution de l'industrie minière, de la préhistoire à nos jours.

Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
01 Identifier les étapes majeures traversées par l'industrie minière au cours des âges.	- Age de pierre - Age de métaux - Ière siècle au XVIième siècle - XVIième siècle au XIXième siècle - L'âge de l'énergie
02 Décrire globalement l'évolution de l'industrie minière	- Découverte des métaux et autres minerais au cours des âges - Minage des métaux et autres minerais - Utilisation des métaux et autres minerais - Statut et conditions de travail
03 Démontrer les effets et conséquences du développement de l'industrie minière	Effets et conséquences des principales découvertes sur leur époque: - Apparition des outils - Révolution industrielle - Ere atomique

ACTIVITÉ 1

L'échelle du temps

But de l'activité

Cette activité a comme objectif de te permettre:

- d'identifier les évidences de minage par l'homme à travers les âges;
- de décrire globalement l'évolution de l'industrie minière.

Pré-requis

Il faut que tu aies lu le texte du cahier technologique «L'histoire de l'industrie minière», page 1 à 32, ou encore que ton enseignant t'aies transmis sous forme de cours ou autre le contenu du cahier technologique.

Consignes

Durée de l'activité:

Lieu de réalisation: Classe ou atelier

Matériel spécifique: 2 feuilles blanches de 8 1/2 X 14 pouces

Mode de réalisation: En équipe de 4 personnes au maximum.

Déroulement de l'activité

1. Sur une feuille de 8 1/2 X 14 pouces, tu traces une droite, tel qu'indiqué sur la figure suivante. Sur cette droite, tu représentes, en divisant en unités de mesure égales, les principaux temps que l'on retrouve dans le cahier technologique «L'histoire de l'industrie minière». Il se peut que pour réaliser toute l'activité, tu aies besoin de plus d'une feuille.

Age de pierre

- 2 000 000 — Apparition des premières mines

Age du cuivre

- 5 000 — Utilisation du charbon de bois comme combustible

- 3 000 — Minage de l'argent et du plomb

Etc...

2. Tu indiques, par la suite, tous les items suivants en les positionnant sur la droite en rapport avec la période concernée.

   . L'apparition des premières mines.
   . Extraction de l'or par lavage des graviers aurifères.
   . Production d'acier au carbone.
   . Utilisation du charbon, du pétrole, de l'uranium comme source d'énergie.
   . Utilisation de la nitroglycérine et autres explosifs.
   . Utilisation de la vapeur comme source d'énergie.
   . Développement des techniques de ventilation.
   . Utilisation du silex comme matière première pour la confection des armes et des outils.
   . Transformation des oxydes de cuivre en cuivre métallique.
   . Minage de dépôts de fer à ciel ouvert.
   . Apparition vers le XVème siècle de la poudre explosive.
   . Mise au point de marteaux perforateurs.
   . Développement des techniques de drainage.
   . Minage de l'argent et du plomb.
   . Utilisation du charbon de bois comme combustible.
   . Minage de l'aluminium, dépôts polymétalliques.
   . Mise au point de nouvelles méthodes de minage.
   . Développement des techniques de transport à la surface du minerai.
   . Découverte de la métallurgie du fer.
   . Découverte de l'alliage cuivre-étain (bronze)
   . Développement d'une véritable industrie métallurgique.

3. Lorsque tu as terminé, tu remets ton échelle du temps à ton enseignant

ACTIVITÉ 2

Bande dessinée historique

But de l'activité

Cette activité a comme objectif de te permettre:

- de décrire les différents types de minage utilisés de l'Antiquité à nos jours;
- de décrire globalement l'évolution de l'industrie minière.

Pré-requis

Il faut que tu aies réalisé l'activité 1 et qu'elle ait été corrigée.

Consignes

Durée de l'activité:

Lieu de réalisation: Classe ou atelier

Matériel spécifique: Échelle du temps de l'activité 1

Mode de réalisation: En équipe de 4 personnes au maximum

Déroulement de l'activité

1. Chacune des équipes de la classe choisit une des périodes suivantes:

   . âge de pierre
   . âge du cuivre
   . âge du bronze
   . âge du fer
   . ère chrétienne au XVIème siècle
   . XVIème siècle au XIXème siècle
   . XIXème siècle à aujourd'hui

   Les 7 périodes doivent être couvertes par l'ensemble de la classe.

2. En vous servant de l'échelle du temps que vous avez réalisé à l'activité 1 et à partir du cahier technologique, «L'histoire de l'industrie minière», page 1 à 32 , vous devez représenter la ou les période(s) choisie(s) par votre équipe, sous forme de bande dessinée.

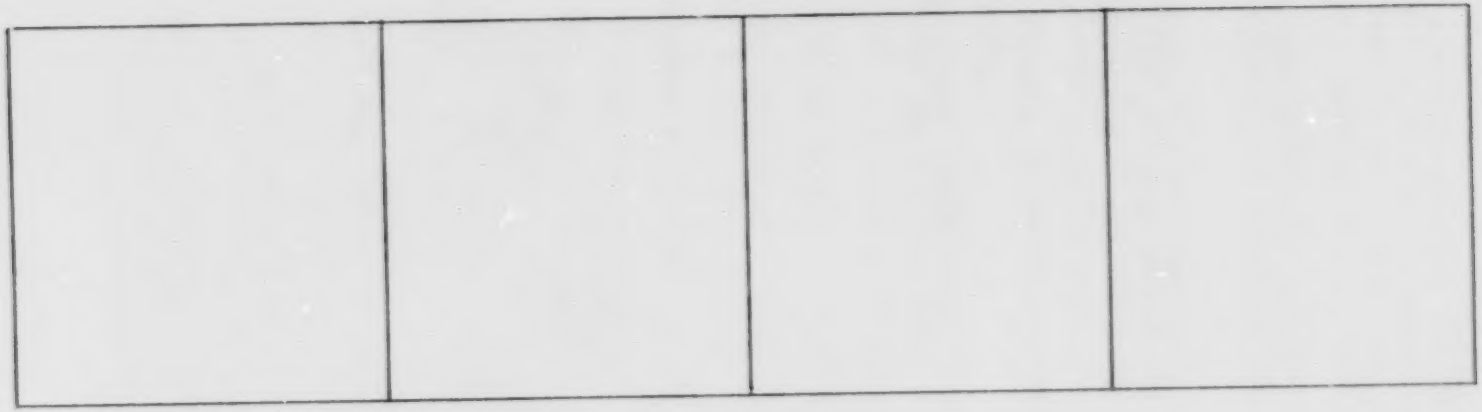
   Pour réaliser les dessins, tu peux illustrer les éléments que tu as trouvé dans l'échelle du temps ou tout autre que tu tireras du cahier technologique.

   Tu te sers de la feuille-réponse ci-jointe pour réaliser l'activité. Note qu'il n'est pas important que tes dessins soient professionnels, il est beaucoup plus important que les scènes que tu choisiras représentent bien la période donnée.

   Tu ne représentes pas plus de 4 scènes par période et au moins deux scènes.

3. Quand toutes les équipes auront terminé, vous joignez toutes vos bandes dessinées de façon à en faire une bande dessinée complète.

PÉRIODE _____ _____



ACTIVITÉ 3

Rencontre avec un mineur

But de l'activité

Cette activité a comme objectif de te permettre de décrire une partie de l'évolution qu'a connu l'industrie minière.

Pré-requis

Il faut que tu aies lu le texte du cahier technologique «Histoire de l'industrie minière», page 33 à 35 .

Consignes

Durée de l'activité:

Lieu de réalisation: Classe ou atelier

Matériel spécifique: Magnétophone suggéré

Mode de réalisation: Toute la classe

Déroulement de l'activité

1. Suite à la lecture que tu as faite, tu dois préparer une interview que tu auras avec un mineur. Toute la classe ensemble, vous allez donc réaliser une série de questions (environ 25) portant sur les conditions de travail et le statut du mineur. La personne que vous allez rencontrer aura probablement travaillé dans les mines dans les années 40. Alors posez-lui des questions concernant le début de son emploi en rapport avec les années 80.

2. Quand tu auras terminé de réaliser les questions, tu vas maintenant rencontrer le mineur. Tu réalises l'interview toute la classe ensemble, et ce, à partir des questions choisies.

   Tu notes les réponses que la personne invitée va te donner aux questions. (Utilisation du magnétophone suggérée).

3. Quand l'interview est terminée, vous tenez une plénière toute la classe ensemble afin de comparer les conditions de travail des années 40 à celles d'aujourd'hui.

HISTOIRE DE L'INDUSTRIE MINIERE

Cahier technologique

TABLE DES MATIERES

		Page
I.	L'AGE DE PIERRE (2 000 000 ans av. J.-C. à 5 000 ans av. J.-C.)	2
II.	L'AGE DES METAUX (5 000 ans av. J.-C. à 1 600 ans ap. J.-C.)	5
	1. Age du cuivre (5 000 ans av. J.-C. à 3 000 ans av. J.-C.)	
	1.1 Or et cuivre: extraction et procédé métallurgique	
	1.1.1 Or: extraction	5
	1.1.2 Or: procédé métallurgique	6
	1.1.3 Cuivre: extraction	6
	1.1.4 Cuivre: procédé métallurgique	7
	2. Age du bronze (3 000 ans av. J.-C. à 1 000 ans ap. J.-C.)	9
	2.1 Extraction et procédé métallurgique	10
	2.1.1 Extraction	10
	2.1.2 Les mines de cuivre du Mitterberg dans les Alpes autrichiennes	10
	2.1.3 Les mines de plomb-argent de Laurium en Grèce	11
	2.1.4 Procédés métallurgiques	12
	3. Age du fer (1 000 ans av. J.-C. à 0 ans)	
	3.1 Extraction	14
	3.2 Procédé métallurgique	15
III.	Ere chrétienne (0 à 1 500 ans ap. J.-C.)	
	1. Drainage	17
	1.1 Galeries-puisard	17
	1.2 Roues à godet	18

1.3 Chaine sans fin..... 18

1.4 Vis à eau.....

2. Ventilation..... 20

3. Transport à la surface du minerai..... 20

4. Méthodes de minage..... 24

IV. XVIème siècle au XIXème siècle (1 500 ans ap. J.-C. à 1 800 ans ap. J.-C.)..... 25

1. Drainage..... 25

2. Ventilation..... 25

3. Transport à la surface du minerai..... 26

4. Méthode de minage..... 27

V. XIXème siècle à aujourd'hui (1 800 ans ap. J.-C. à aujourd'hui): l'âge de l'énergie..... 29

1. Nouveaux minéraux..... 29

1.1 Charbon..... 29

1.2 Pétrole..... 30

1.3 L'uranium..... 30

1.4 L'aluminium..... 30

1.5 Dépôts polymétalliques..... 31

2. Méthodes de minage..... 31

VI. Évolution des conditions de travail et du statut de mineur 33

Bibliographie..... 36

Depuis des millénaires, l'être humain s'intéresse à la pierre et aux métaux. Ceux-ci lui permettent de façonner des outils, des objets utilitaires ou décoratifs, des armes pour la chasse et pour la guerre. L'évolution des techniques d'extraction et de transformation de la matière brute se fait très lentement. Les procédés d'utilisation du cuivre, du bronze, du fer et d'autres métaux associés se développent sur plusieurs millénaires. Une fois acquis, ils ne changent que très peu au cours des siècles qui suivent. Il faut attendre la fin du XVIIIème siècle pour constater une transformation importante des méthodes d'exploitations minière et métallurgique.

I. L'ÂGE DE PIERRE (2 000 000 A 5 000 ANS AV. J.-C.)

Dès cette époque où apparut l'homme, des outils de pierre façonnés par celui-ci jonchent les emplacements où on retrouve les traces de son existence.

Les matériaux utilisés sont surtout le silex et, à défaut, la quartzite, l'obsidienne, le quartz et le jaspe. Toutes ces matières sont composées en majeure partie de silice. Ce sont des matériaux très durs qui ont la propriété particulière, en ce qui concerne le silex et l'obsidienne, de partir en éclats lisses et concaves avec une arête tranchante lorsqu'on les heurte fortement (fig. 1).

Grâce à cette propriété et à une grande dextérité manuelle, les hommes de l'âge de pierre arrivent à confectionner quantité d'outils: pointes, racloirs, couteaux, haches, etc...

Avec l'apparition de l'agriculture et de l'élevage, la technique évolue pour fournir à l'homme des outils appropriés à ses nouvelles occupations comme, par exemple, la faux. Déjà, à la fin de l'âge de pierre, les premières mines apparaissent. On a retrouvé, entre autre exemple, à Krzemionki, en Pologne, une mine de silex possédant un puits de 13 m et plus de 4 km de galeries. A Spiennes, en Belgique, on a découvert dans une galerie de mine de silex de cette période, le squelette de deux travailleurs de l'âge de pierre ensevelis par un éboulement, le pic encore à la main.

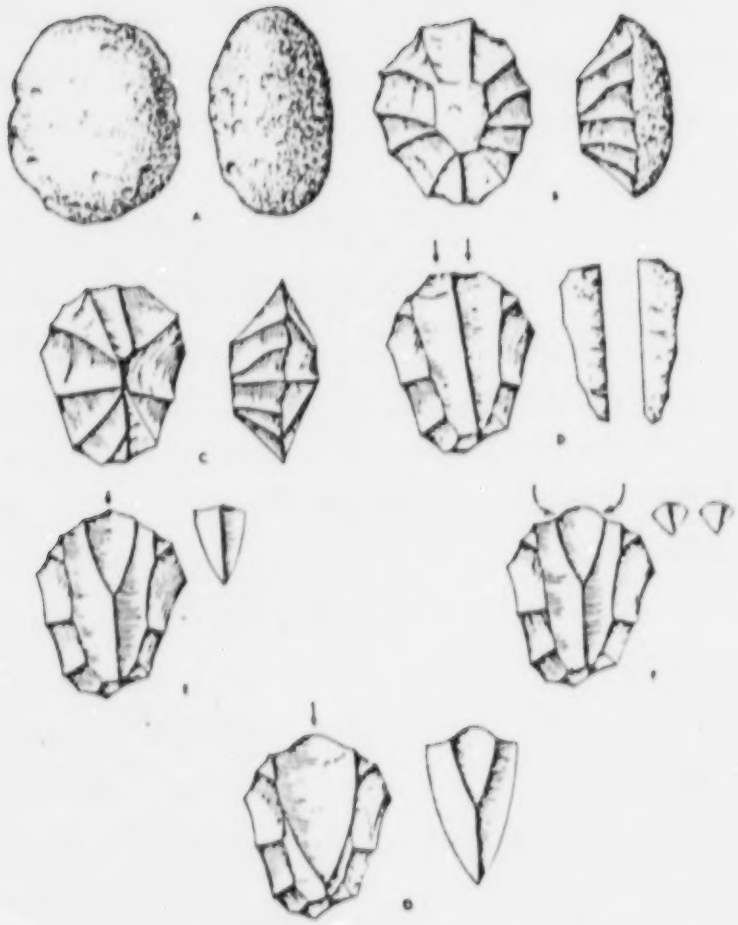


Fig. 3. — Débitage de la pointe levalloiso-moustérienne

A, Le bloc de silex initial ; B, Première série d'enlèvements à frappe perpendiculaire ; C, Deuxième série d'enlèvements à frappe oblique ; le *nucleus* a pris l'aspect d'un biface très épais ; D, Enlèvement de deux éclats de préparation ; ce stade servira de départ au débitage des lames de la période suivante ; E, Enlèvement d'un éclat d'amincissement du sommet de la future pointe ; F, Les arêtes de l'éclat d'amincissement permettent de centrer deux petits enlèvements sur le plan de frappe, le profil de la base de la pointe est acquis ; G, Une dernière frappe assure l'extraction du produit définitif.

Fig. 1 - Tiré de Histoire générale des techniques, tome 1: Les origines de la civilisation technique. En collaboration, PUF, 1962. p. 14.

La transformation du silex donne naissance au rassemblement, dans certaines régions de France, d'ateliers de taille qui exportent leur production dans l'Europe Occidentale. Ce sont les premiers exemples de concentration industrielle.

Pendant l'âge de pierre, l'être humain s'adonne aussi à des activités artistiques: gravure, sculpture, peinture à l'aide d'oxydes minéraux, ce qui nous montre une première utilisation des matières minérales métalliques. La poterie et sa cuisson par le feu annonce l'apparition des sources de chaleur nécessaire à la transformation des matières minérales brutes en métaux façonnables. (fig. 2)

Four à poterie à 2 étages. 5 000 ans av. J.-C.

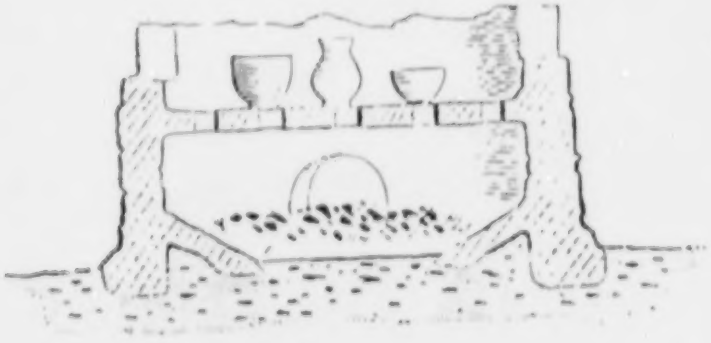


Fig. 2 - Tiré de A History of Metals. Aitchison Leslie. Vol. I. 1969. Interscience Publishers. New York, p. 39.

II. L'ÂGE DES METAUX (5 000 ANS AV. J.-C. A 1 600 ANS A.P. J.-C.)

L'utilisation du métal par la société humaine est un agent de transformation considérable. Elle entraîne l'apparition d'une industrie de plus en plus complexe qui doit se préoccuper d'extraction, de transformation et d'exportation des produits.

1. L'ÂGE DU CUIVRE (5 000 ans av. J.-C. à 3 000 ans av. J.-C.)

Le cuivre est un des premiers métaux à être utilisé. Principalement parce que sa métallurgie est simple et que les minéraux de cuivre avec leurs couleurs vives de vert et de bleu attirent l'attention.

Les premières utilisations du cuivre se retrouvent dans les arts décoratifs (bijoux) avant que l'on s'en serve pour fabriquer des outils. Pendant la même période, l'or que l'on rencontre à l'état natif est lui aussi utilisé; il est, dès le début, considéré comme précieux et joue un rôle purement décoratif.

1.1 OR ET CUIVRE: EXTRACTION ET PROCEDE METALLURGIQUE

1.1.1 Or: extraction

Par lavage des graviers aurifères:

Cette méthode est encore employée actuellement en prospection et pour la production industrielle. Les principes de base supportant cette technique n'ont pas changé: lors du lavage du gravier, l'or, plus dense, n'est pas entraîné par l'eau et demeure au fond du contenant servant de support au gravier pendant le lavage.

Par minage de veines de quartz aurifère:

Le quartz est porté à haute température et refroidit par un jet d'eau. Ce qui le fait éclater. On le détache ensuite à l'aide de pioches. Le minerai transporté à l'air libre est réduit en petits grains dans des mortiers en pierre. Il est par la suite broyé en poudre à l'aide de meules rudimentaires. Cette poudre est lavée sur des tables de bois inclinées. Par densité, l'eau entraîne le quartz tandis que l'or, plus lourd, demeure au fond. Cette méthode fut employée de façon intensive en Nubie (Sud de l'Égypte).

1.1.2 Or: procédé métallurgique:

On peut supposer qu'au départ l'or natif est utilisé tel quel, et transformé par martelage dans la forme désirée.

La poudre d'or Nubienne est, quant à elle, fondue et purifiée par chauffage pendant cinq jours dans des récipients d'argile, auxquels on ajoute diverses substances, permettant ainsi d'extraire les impuretés. Par la suite, le martelage transforme l'or en objets divers.

1.1.3 Cuivre: extraction

L'extraction du cuivre varie, soit: simple ramassage, tranchées à ciel ouvert, galeries souterraines.

Certains développements miniers sont assez simples: cavités circulaires auxquelles on accède par un à deux puits verticaux, tandis que d'autres sont plus complexes avec puits

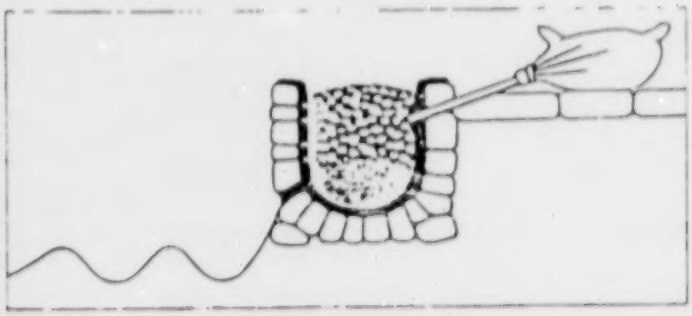
et galeries. La fracturation du minerai se fait, comme dans le cas du quartz aurifère, par chauffage de la paroi rocheuse.

1.1.4 Cuivre: procédé métallurgique

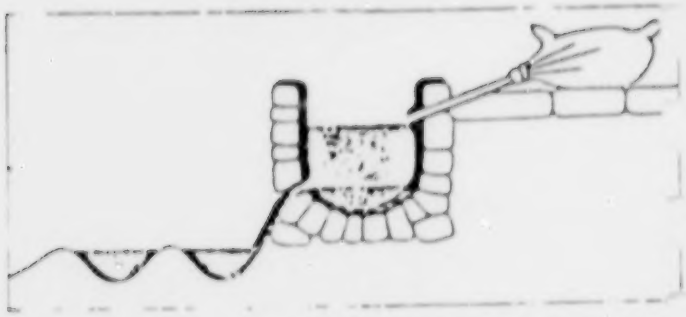
Au début, on utilise le cuivre natif pour faire de menus objets par martelage. La découverte que le cuivre peut être extrait à partir d'un oxyde ne remonte qu'à environ 4 000 ans av. J.-C. Il est fort probable que ce soit en utilisant leurs fours à poterie que les artisans de l'époque se sont aperçus que l'on peut transformer les oxydes minéraux du cuivre, comme la malachite, en cuivre métallique. Les fours des potiers permettent à cette époque d'atteindre les températures suffisantes ainsi que l'atmosphère pauvre en oxygène nécessaire à la transformation des oxydes de cuivre en cuivre métallique. De plus, les potiers, en utilisant des oxydes de cuivre réduits en poudre pour teinter leur poterie en bleu, en vinrent probablement à déduire que les traces de cuivre retrouvées au fond de leurs fours sont liées à la transformation de ces oxydes. On augmente, par la suite, l'efficacité de ces fours en utilisant un soufflet pour attiser le feu et le charbon de bois comme combustible plutôt que le bois. Ceci permet de produire plus facilement une plus grande quantité de métal (fig. 3).

Un four révolutionnaire

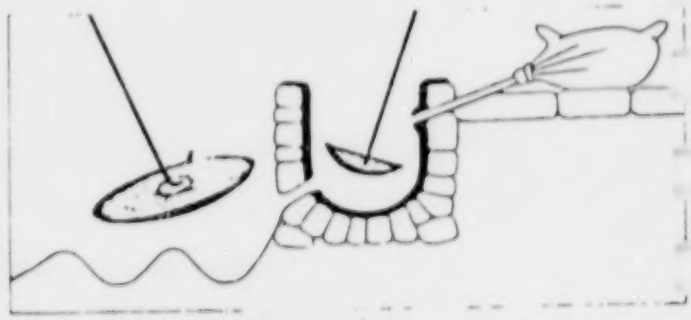
Le succès de la fusion du cuivre réside dans la conception des fours. Les Égyptiens auraient utilisé ce modèle fort élaboré *(révolutionnaire)* vers 1 200 ans avant notre ère, afin d'exploiter les riches gisements de cuivre de Timna, dans le désert du Négueb *(pages 43-53)*.



Le four, en pierres revêtues d'argile, était placé au bord d'une déclivité. Derrière lui, un soufflet en peau de chèvre insufflait de l'air par le moyen d'une tuyère pour accroître l'intensité des flammes. On y mélangeait la malachite (vert) au charbon de bois.



Lorsque la chaleur du foyer atteignait 1 090° C, le cuivre fondu (rouge) se déposait au fond, et la gangue plus légère (marron) remontait en surface. En débouchant l'orifice aménagé à l'avant du four, les fondeurs pouvaient alors évacuer la gangue et retenir le cuivre.



Une fois enlevées et déversées dans un creuset spécialement destiné à les recueillir, on laissait les scories refroidir, puis on les retirait à l'aide d'un crochet. Le cuivre durci était alors à son tour détaché du fond du four à l'aide d'une tige allongée.

Fig. 3 - Tiré de La découverte du métal. Knauth Percy. Nederland, Éditions Time-Life. 1976. p. 37.

Incidemment, l'utilisation du charbon de bois amène avec les siècles une déforestration sévère de certaines régions avec tout ce que cela comporte de phénomènes d'érosion et de désertification. C'est un des premiers grands impacts qu'a l'industrie humaine sur son environnement.

La découverte de la métallurgie du cuivre quoique primitive à ses débuts (plus de 2,75% de Cu dans les résidus) permet l'utilisation de minerais de cuivre sur une plus vaste

échelle, et ainsi fournit la matière première pour des objets beaucoup plus élaborés.

2. L'ÂGE DU BRONZE (3 000 Av. J.-C. à 1 000 ans Ap. J.-C.)

La transition entre l'âge du cuivre et l'âge du bronze n'est pas nette et varie selon les civilisations. Le passage de l'un à l'autre ne signifie pas l'abandon de l'usage d'un métal pour un autre mais plutôt l'utilisation de nouvelles techniques et de nouveaux alliages.

Le bronze est un alliage de cuivre et d'un autre métal, généralement l'étain, dans des proportions de 90% de cuivre pour 10% d'étain. Cet alliage permet de développer un métal beaucoup plus résistant mais qui demeure quand même facilement transformable.

Exemple:	Bronze	90% Cu	10% Sn	= Dureté 90 après coulée Dureté 228 après martelage
	Cuivre	100% Cu		= Dureté 50 après coulée Dureté 128 après martelage

Les premiers bronzes sont produits à partir d'un cuivre riche en arsenic. Ce bronze n'a pas un grand développement probablement à cause du dégagement lors de la chauffe de vapeurs arséniées très toxiques.

L'origine de la découverte de l'alliage cuivre/étain dans les proportions précises dans lequel il est formé demeure un mystère. Bien des peuples qui utilisent le bronze minent l'étain et le cuivre en des endroits différents. Ce n'est donc pas la fusion fortuite

d'un dépôt de cuivre et d'étain qui permet la découverte du bronze. Quoiqu'il en soit, l'utilisation du bronze permet le développement d'une véritable industrie métallurgique comportant les divers processus d'extraction, de traitement du minerai, de fabrication d'outils et d'armes, du stockage de tous ces produits pour des transactions extérieures.

D'autres métaux tels que l'argent et le plomb sont aussi minés, transformés et utilisés soit pour des objets décoratifs ou comme valeur d'échange pour l'argent, soit pour des objets utilitaires pour le plomb. Le plomb est très souvent argentifère et le procédé permettant la séparation des deux métaux est connu dès 2 500 ans Av. J.-C.

2.1 EXTRACTION ET PROCEDE METALLURGIQUE

2.1.1 Extraction

L'extraction des métaux à l'âge du bronze est semblable à celle décrite pendant l'âge du cuivre, les travaux prenant, cependant, plus d'ampleur.

2.1.2 Les mines de cuivre du Mitterberg dans les Alpes autrichiennes

Ces mines sont exploitées à la fin de l'âge de bronze. On a retrouvé sur un front de 1 600 mètres à flanc de montagne des galeries (environ 32) s'enfonçant jusqu'à 120 mètres de profondeur. Ces travaux de minage du cuivre demandent l'emploi

d'une main-d'oeuvre nombreuse. On a calculé qu'environ 180 hommes par galerie sont nécessaires pour couvrir l'ensemble des processus d'extraction et de première fusion du métal. De nouvelles techniques pour faciliter le drainage, la ventilation et le soutènement sont utilisées à cet endroit. Des galeries situées sous les travaux souterrains servent à évacuer les eaux souterraines. L'utilisation de plusieurs puits réunis entre eux (2 ou plus) permet une meilleure ventilation. Les galeries sont boisées. Là où les murs sont instables. On utilise, de plus, de la mousse et de l'argile pour remplir les espaces entre les planches recouvrant les murs.

2.1.3 Les mines de plomb-argent de Laurium en Grèce

Ces mines utilisent plus de 20 000 esclaves. Les travaux d'extraction se font à ciel ouvert ou par galeries souterraines. Plus de 2 000 puits sont creusés. Les puits principaux ont environ 1 m X 1,5 m. Certains sont inclinés de façon à servir d'escalier. Les galeries ont de 0,75 m à 1 m de hauteur et de largeur, ce qui oblige le mineur à travailler à genoux, sur le ventre ou sur le dos. Les outils qu'il utilise pour l'extraction sont rudimentaires: marteau, ciseaux, pic et pelle.

On laisse en place des piliers de minerais pour soutenir le plafond. Rarement, utilise-t-on le boisage. L'éclairage se fait à l'aide d'un contenant rempli d'huile dans lequel baigne

une mèche. Le transport du minerai à la surface s'effectue à l'aide de sacs de cuir ou de paniers d'osier remontés soit à l'aide de treuils ou le long de puits inclinés à dos d'homme (fig. 4).

Fig. 4 - Tiré de Mining: an International History. Temple John. New York, Preager, 1972, p. 61.

2.1.4 Procédés métallurgiques

Dépendant des endroits, les sites d'extractions sont accompagnés ou non de sites de transformation des métaux bruts en bronze. La production d'outils, d'armes et autres objets à

partir du bronze se fait sur place ou dans des centres spécialisés, parfois aussi par des forgerons nomades qui se déplacent au gré des commandes.

La métallurgie se raffine par la possibilité d'utiliser des fours de fusion plus efficaces où l'on peut atteindre des températures élevées (fig. 5). Les techniques de coulage et de moulage deviennent plus élaborées et permettent de réaliser une variété d'objets autant usuels que décoratifs.

La variété d'usages possibles ainsi que la disponibilité du métal transforment la société primitive.

Fig. 5 - Tiré de A History of Metals. Aitchison Leslie. Vol. I, Interscience Publishers, New York, 1960, p. 195.

3. L'ÂGE DU FER (1 000 Av. J.-C. à 0 ans):*

Des objets en fer ont été retrouvés avant cette période, mais la source du minerai provient d'un type de météorites constitué de fer: les sidérites. Ce "métal céleste", comme on le nommait en Orient, a aussi été utilisé jusqu'à tout récemment par les peuplades esquimaudes. Elles en détachaient des éclats qui leur servaient d'objets tranchants.

La découverte de la métallurgie du fer, une véritable révolution technologique pour cette époque, permet de répandre son usage et de supplanter le cuivre et le bronze dans la fabrication des armes et des objets usuels. Le fer à l'état d'oxyde est un minéral très abondant. Il peut être extrait facilement de plusieurs dépôts de surface. Sa présence n'est pas confinée comme bien d'autres métaux à des régions précises. Toutes les peuplades peuvent donc se prévaloir de son utilisation.

3.1 EXTRACTION

Les processus d'extraction minière pendant cette période ne connaissent pas de développement notable pour les métaux tels que le cuivre, l'étain, le plomb, etc... Pour ce qui est du fer, son abondance favorise le minage de dépôts à ciel ouvert. La possibilité d'innovation technique que permet l'abondance du fer coïncide avec l'augmentation de la qualité de vie et l'usage de plus en plus fréquent de la pierre taillée pour l'érection des bâtiments et monuments.

*Pour des raisons pratiques, la durée de l'âge du fer a été confinée, dans ce texte, à la période allant de 1 000 an av. J.-C. à 0 an. En fait, l'utilisation du fer domina l'industrie jusqu'au XVIIème siècle, moment où commença l'extraction massive du charbon.

3.2 PROCÉDÉ MÉTALLURGIQUE

La métallurgie du fer est complexe. Elle exige des températures de fusion de 2 000°C, une atmosphère réductrice, c'est-à-dire sans oxygène et la présence de carbone (fournie par le charbon de bois) pour pouvoir fixer l'oxygène présent dans le minerai de fer brut (fig. 6).

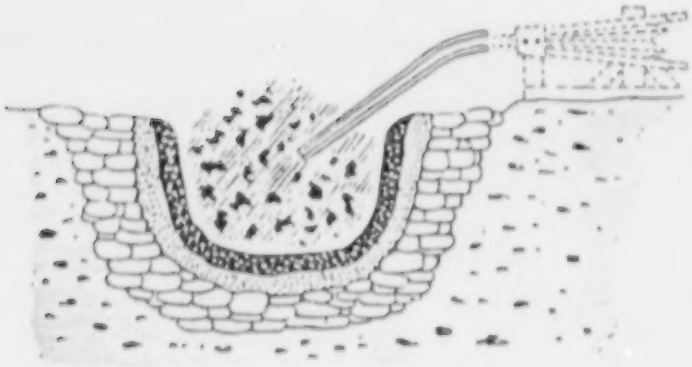


Diagramme montrant un fourneau pour l'extraction du fer utilisé dans l'antiquité.

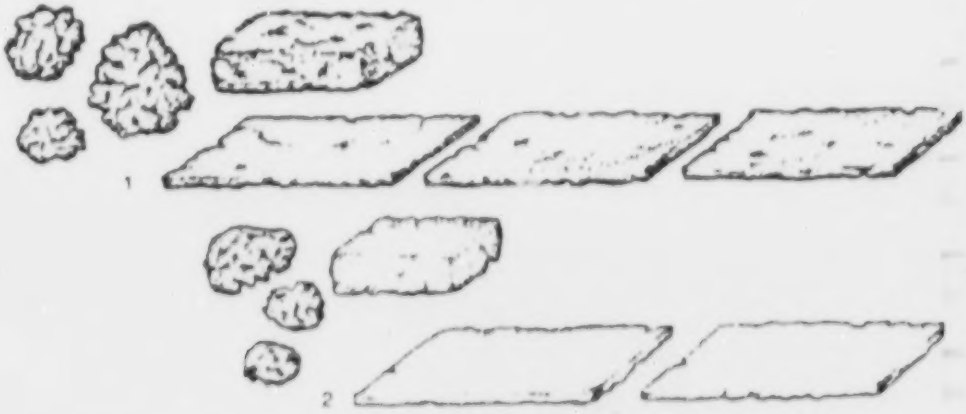
Fig. 6 - Tiré de A History of Metals. Aitchison Leslie. Vol. 1, Interscience Publishers. New York, 1960, p. 195.

Le fer ne peut se travailler à froid par martelage comme le cuivre. Il doit être porté au rouge pour être malléable, ce qui implique la conception d'outils tels que les pincettes pour pouvoir le manipuler lorsqu'il est dans cet état. La maîtrise de la métallurgie se fait lentement et la coexistence de l'utilisation de la pierre, du cuivre, du bronze et du fer pour un même usage se poursuit pendant plusieurs siècles. L'examen d'objets de fer de cette époque montre cependant que certains peuples sont au fait des techniques de cémentation permettant d'obtenir l'acier au carbone.

Ils connaissent aussi le laminage du fer permettant, entre autres, la confection de cercles de roue de char. Cette invention est comparable à celle pour notre époque du pneu de caoutchouc (fig. 7).

LAMINAGE DU FER

Au cours du 1er millénaire avant J.-C., les fondeurs européens inventèrent un moyen de travailler le fer sans avoir à le faire fondre. Cette technique, dite paquetage, est schématisée à droite; on superposait deux feuilles de fer carburé, c'est-à-dire soumises à une chaleur intense pour qu'elles s'imprègnent du carbone émis par le charbon de bois. L'une d'entre elles, chauffée plus longtemps que l'autre, contenait plus de carbone et était, par conséquent, plus dure. Toutes deux, une fois superposées, donnaient une pièce suffisamment malléable pour être travaillée et modelée en un outil résistant et durable.



Pour fabriquer une lame de hache (1), le fondeur faisait chauffer trois blooms de fer (masses noires irrégulières) et les martelaient en une barre unique; puis, il aplatissait cette barre en la martelant, et la découpait en trois morceaux.

Ensuite (2), il prenait trois blooms de fer plus petits. Comme précédemment, le fondeur les faisait chauffer et les martelait en une barre unique — mais, en diminuant la cémentation, il obtenait une barre plus malléable qu'il découpait ensuite en deux morceaux.

Il superposait alors ces cinq feuilles (3) en veillant à placer le métal plus doux entre les lames de métal plus dur (le plus cinq). La pile ainsi obtenue — dite feuilletage — était alors chauffée et martelée pour former un seul bloc plat, dit « paquet ».

Le fondeur martelait ce « paquet » — dont les couches sont encore visibles — pour obtenir un objet qui ressemblait à un coin aplati en son milieu (5). Cette partie plate devait recevoir un pieu métallique autour duquel elle allait s'enrouler (6).

En chauffant et en martelant à plusieurs reprises le fer, le fondeur parvenait à amincir la lame et à en aiguiser le tranchant (8). Quant il enlevait le pieu, ce dernier laissait une perforation à l'intérieur de laquelle était inséré un manche en bois.

Fig. 7 - Tiré de La découverte du métal. Knauth Percy. Nederland, Editions Time-Life, 1976, p. 92-93.

III. ERE CHRÉTIENNE AU XVIEME SIECLE (0 A 1 500 ANS AP. J.-C.)

Les techniques progressent lentement et s'attardent à résoudre les problèmes entraînés par l'approfondissement des exploitations minières souterraines. Ces problèmes sont les mêmes que ceux rencontrés aujourd'hui soit, entre autres, la ventilation, l'élimination de l'eau souterraine, le transport à la surface des minerais extraits, etc...

1. DRAINAGE

L'ennoiement des travaux souterrains a toujours été un grave problème pour les exploitations minières. Nombre d'exploitations ont été abandonnées à la suite de l'impossibilité de contrôler ce problème.

Diverses solutions ont été appliquées à celui-ci, entre autres:

1.1 GALERIES-PUISARD

Des galeries sont creusées sous les travaux miniers de façon à abaisser le niveau d'eau et à recueillir les eaux produites dans les niveaux supérieurs. Cette technique est employée lorsque la configuration topographique le permet. Elle est employée dès l'âge de bronze et on la retrouve encore utilisée dans l'exploitation du charbon en Angleterre au XVIIIème et XIXème siècles, (fig. 8).

1.2 ROUES A GODET

A la mine Rio Tinto, située à San Domingo, au Portugal, on a mis à jour, en 1920, une installation datant du IIIème siècle. Il s'agit d'un système de 8 roues à godet placées en séries. Ces roues sont actionnées par la force humaine. Chacune permet d'élever l'eau d'une hauteur de 3,7 m jusqu'à une citerne située plus haut. Là, une autre roue permet à son tour d'élever l'eau à un niveau supérieur. Cet arrangement successif élève l'eau sur une hauteur de plus de 29 m au rythme de 90 litre/minute (fig. 9).

1.3 CHAÎNE SANS FIN

Chaîne à laquelle est accrochée une multitude de petites balles de métal creuses. La chaîne est actionnée par une roue qui tourne à l'aide de la force humaine ou animale. Ces balles s'emplissent d'eau en passant dans un puisard et déversent cette eau dans une canalisation en arrivant au sommet de leur course (fig. 10).

1.4 VIS A EAU

L'utilisation de la vis à eau fait son apparition après l'invention de la vis sans fin par Archimède. La vis est incluse dans un cylindre de bois. La partie inférieure du cylindre est plongée dans l'eau, avec un angle pouvant atteindre 30°. La rotation de la vis entraîne l'eau vers le haut où elle est déversée dans une citerne. La disposition successive de plusieurs de ces types d'installations permet d'élever l'eau sur des hauteurs importantes. C'est un système qui est coûteux en installation et en main-d'oeuvre (fig. 11).

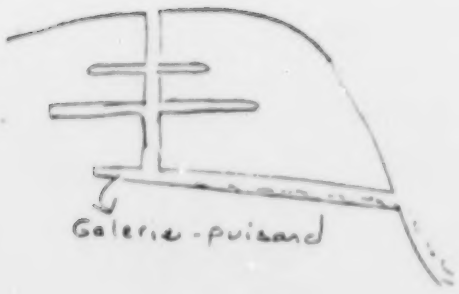


Fig. 8

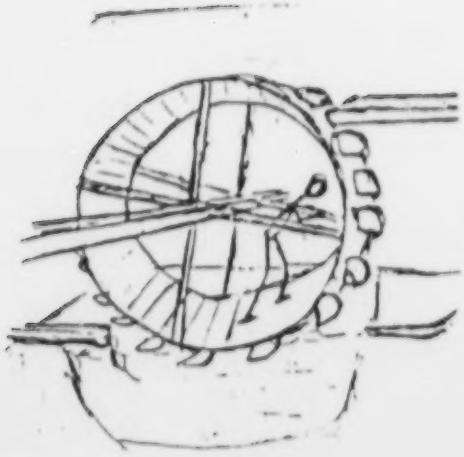


Fig. 9

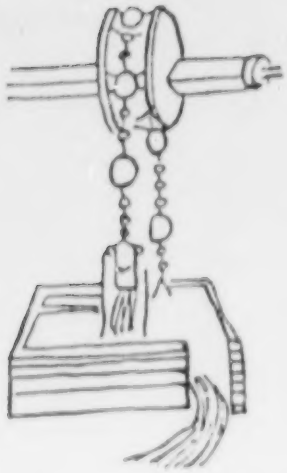


Fig. 10

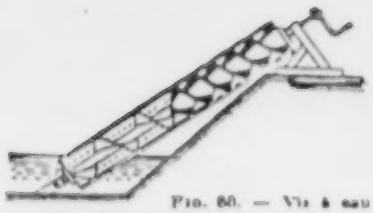


Fig. 60. — Vis à eau
(d'après A. P. USHER, *A History of Mechanical Inventions*, 1re éd., fig. 13)

Fig. 11

Fig. 10 et 11 - Tiré de Histoire générale. Vol 1. Les origines de la civilisation technique. P. 199.

2. VENTILATION

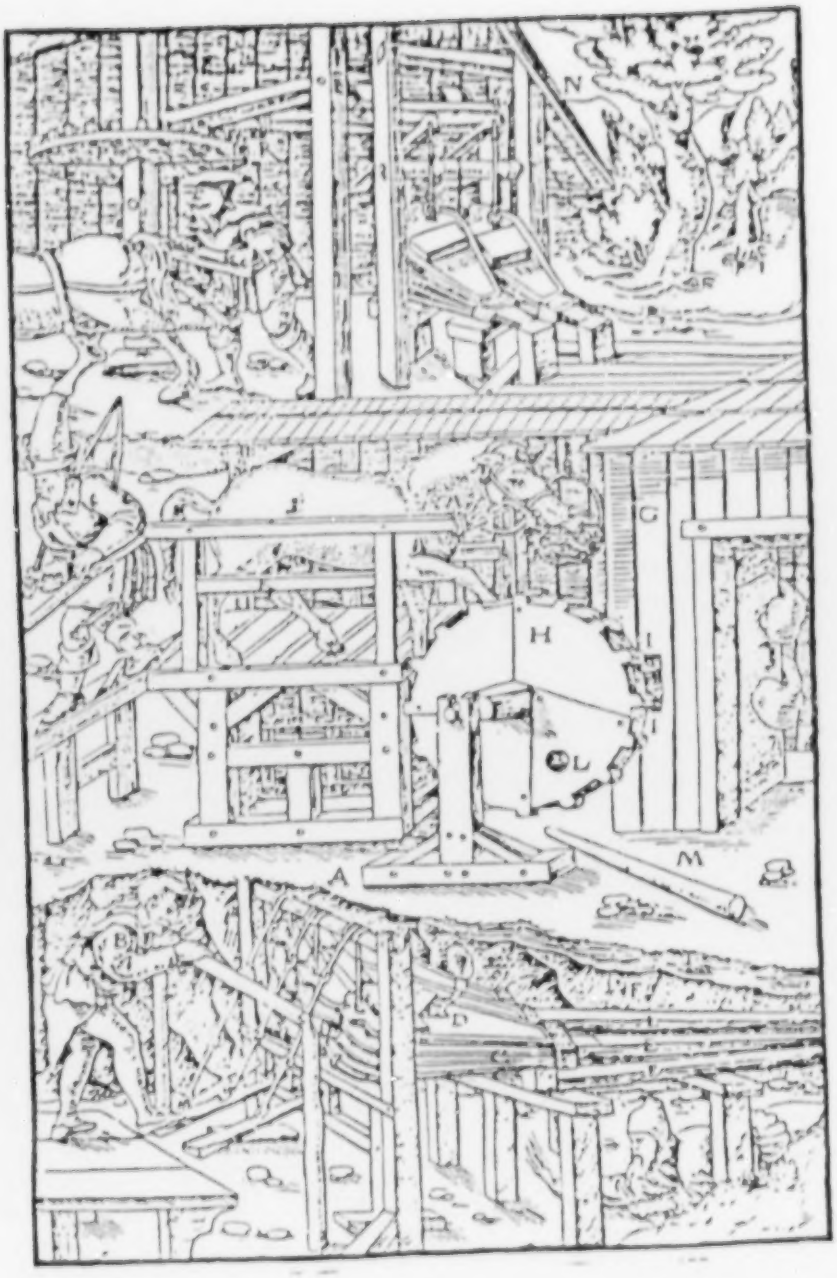
Les problèmes de ventilation sont contrôlés par la conjugaison de puits reliés par des galeries communes. Parfois on allume un feu à la base de l'un d'eux pour augmenter l'échange d'air.

Des ventilateurs mus soit par la force hydraulique ou par la force animale sont aussi utilisés. L'efficacité de ces moyens semble relative. (fig. 12).

3. TRANSPORT A LA SURFACE DU MINERAI

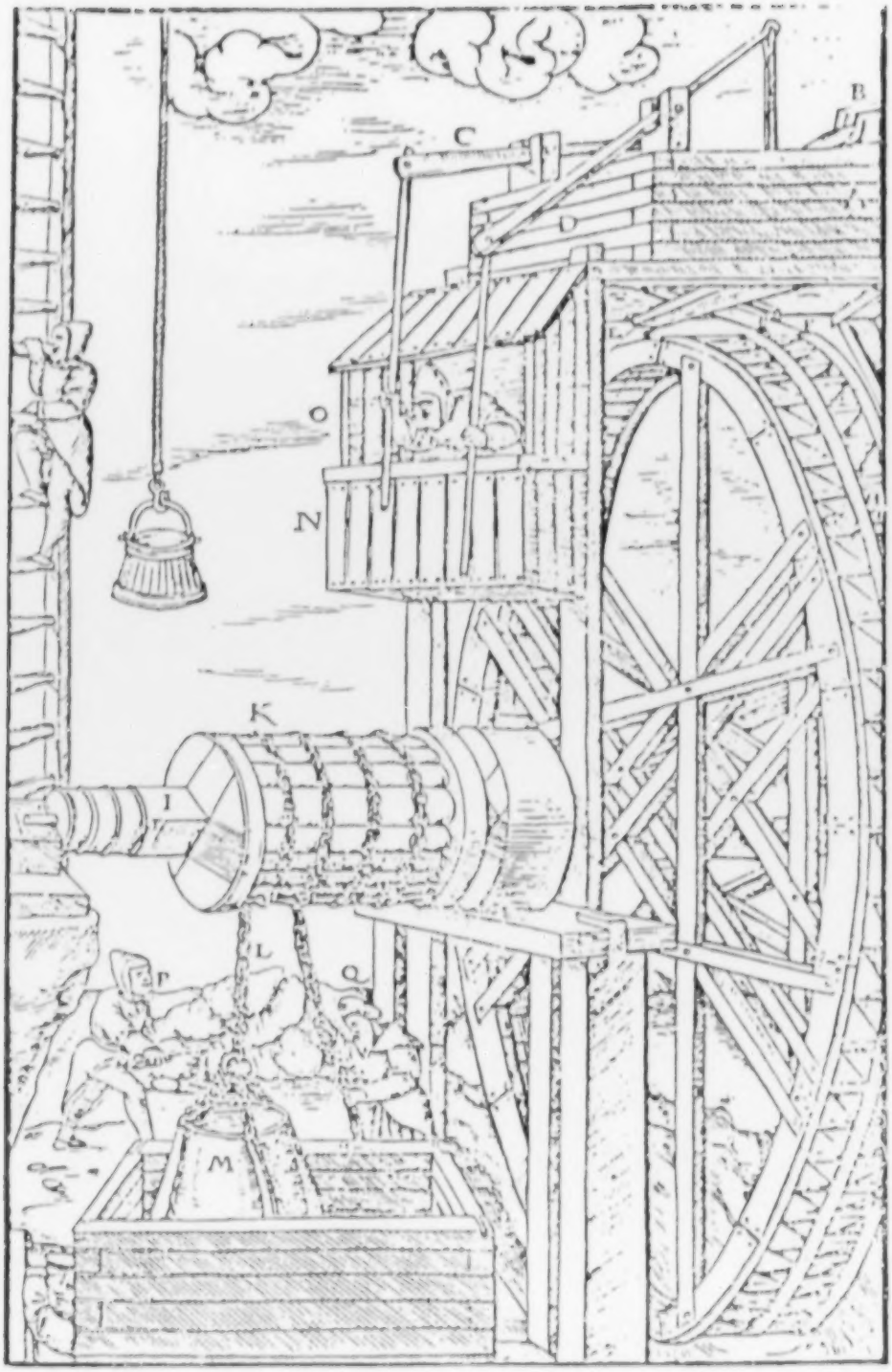
L'emploi de treuils se généralise, ceux-ci utilisent la roue à eau, le manège animal ou la force humaine comme source d'énergie (fig. 13).

On note aussi l'utilisation au XIVème et XVème siècles et possiblement plus tôt, de wagonnets montés sur rail de bois pour le transport dans les galeries et entre le point de sortie en surface et le lieu d'entreposage ou de traitement du minerai. Ces wagons sont poussés à la main ou tirés par des chevaux (fig. 14).



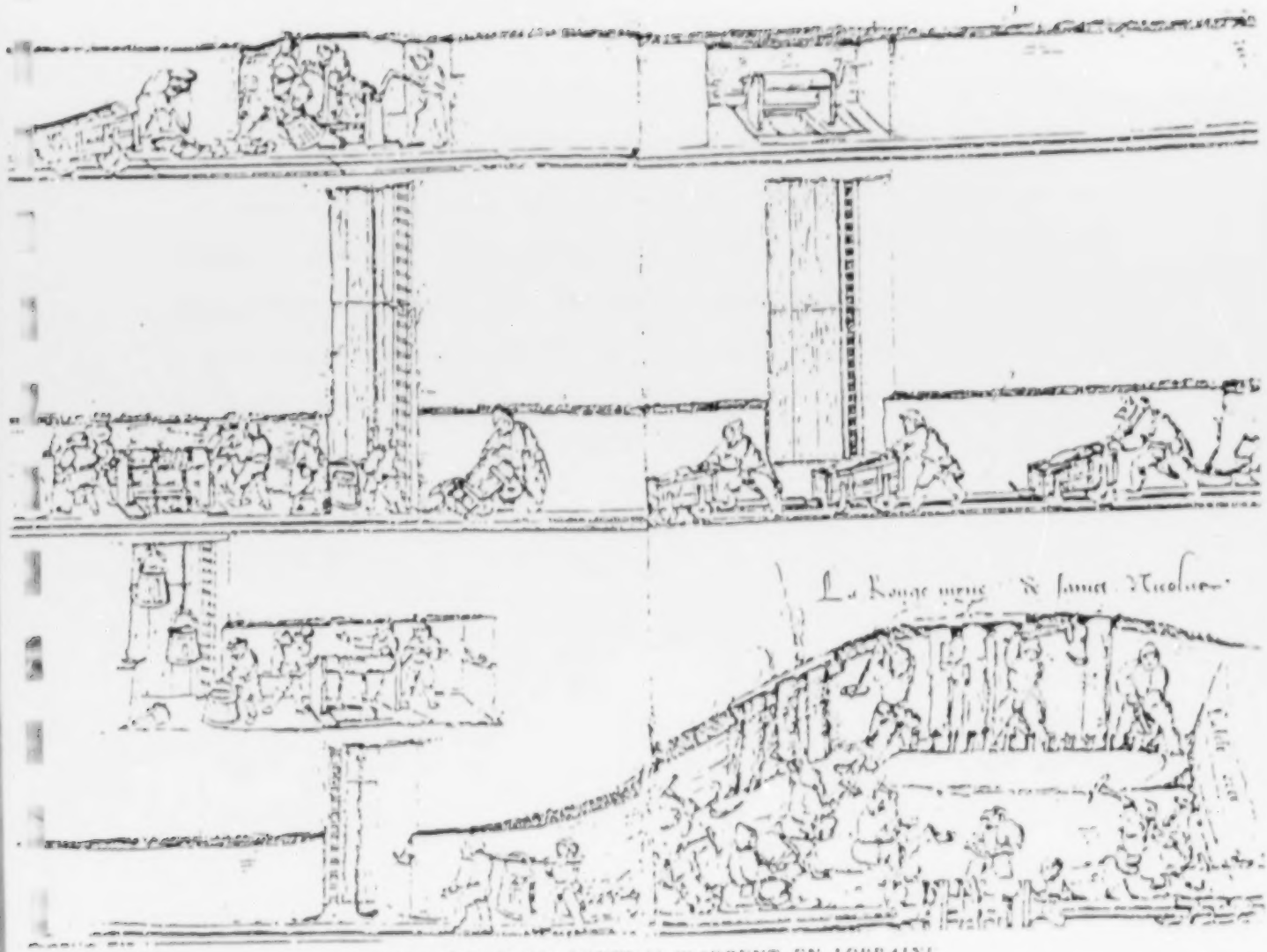
Machinerie de mine mue par la force humaine et animale

Fig. 12 - Tiré de A History of Metals. Aitchison, Leslie. Vol. I, Interscience Publishers, New York, p. 374.



2. TREUIL HYDRAULIQUE.

Fig. 13 - Tiré de Histoire générale des techniques. Tome 2. Les premières étapes du machinisme. En collaboration, PUF, 1962, fig. 2.



1. EXTRACTION DU MINERAI D'ARGENT EN LORRAINE

Fig. 14 - Tiré de Histoire générale des techniques. Tome II. Les premières étapes du machinisme. En collaboration, PUF, 1962, fig. 1

4. METHODE DE MINAGE

Les méthodes de minage ainsi que les instruments utilisés ne connaissent pas une évolution considérable. L'extraction se fait en se servant du pic et de la pelle. L'usage de coins et de masses est aussi en usage. Le chauffage des parois dans les mines métalliques continue à être utilisé (figure 14).

L'utilisation de la poudre explosive dans les mines remonte probablement au XVème siècle sans que son usage soit encore très courant. Il faut en effet forer à la main les trous nécessaires à la réception de la charge ce qui représente une tâche longue et ardue.

IV. XVIEME SIÈCLE AU XIXEME SIÈCLE (1 500 AP. J.-C. A 1 800 ANS AP. J.-C.)

1. DRAINAGE

Les systèmes décrits pendant la période précédente (Ere chrétienne au XVème siècle) continuent d'être employés. Vers le 17ème siècle, on commence à s'intéresser à la vapeur comme source d'énergie pour actionner des pompes. En 1712, T. Newcomen met au point un engin à vapeur qui permet d'élever 45 litres d'eau à la minute sur une hauteur de 40 m. Plus d'une centaine de ces engins sont installés à la fin du 18ème siècle. Diverses améliorations sont apportées au principe de Newcomen et les pompes à vapeur seront utilisées dans les mines jusqu'au début du 20ème siècle.

L'utilisation de l'électricité permet, par la suite, de réduire considérablement la taille des engins de pompage tout en augmentant leur capacité.

2. VENTILATION

L'efficacité de la ventilation peut être augmentée dès qu'une source d'énergie nécessaire à l'entraînement de ventilateurs devient disponible. C'est la vapeur qui, au 18ème siècle, fournit cette énergie. Par la suite, l'électricité prit le relais.

Les mines de charbon connaissent des problèmes particuliers de ventilation à cause de la présence de gaz et de poussière qui entraînent au 19ème siècle et au début du 20ème siècle, des

explosions désastreuses. Plusieurs milliers de mineurs laissent leur vie dans ces explosions.

En plus de l'amélioration de la ventilation, le développement de lampes de mineur sécuritaires, en particulier celle de H. Davy en 1815, contribua à éliminer le danger d'explosions produites par la flamme nue de la lampe ou de la chandelle utilisée pour l'éclairage.

3. TRANSPORT A LA SURFACE DU MINERAI

Le transport sous-terre se mécanise avec l'introduction du convoyeur actionné à la vapeur et, par la suite, à l'électricité. Des locomotives électriques et diésels sont utilisées à la fin du 19ème siècle. Puis, au début du 20ème siècle, apparaissent les locomotives mues à l'air comprimé.

Le 20ème siècle voit aussi se développer toute une série d'engins mus à l'air comprimé, à l'électricité, au diesel et qui servent à charger le minerai.

Le transport du minerai à la surface par le puits profite du développement des engins à vapeur dès le XVIIIème siècle. Des améliorations dans la conception des cages par l'utilisation de guide, par l'usage de câbles d'acier beaucoup moins lourds que les chaines traditionnellement utilisées, permettent un transport beaucoup plus efficace.

4. MÉTHODE DE MINAGE

L'usage du chauffage des parois pour fracturer la roche continue d'être en usage jusqu'à la fin du XIXème siècle. Dès le XVIIème siècle, on introduit des explosifs et ceux-ci remplacent peu à peu la méthode de chauffage des parois.

Au début, on utilise de la poudre à canon simplement placée contre la face à fracturer. Cette méthode est inefficace et consomme une grande quantité d'explosifs. Pour pallier à ce fait, on commence à forer des ouvertures dans le roc. Ces ouvertures sont creusées par le martelage répétitif, à l'aide d'une lourde masse, d'une tige d'acier affûtée en ciseau. On peut imaginer l'ampleur du travail nécessitée par cette tâche. Par la suite, les trous sont bourrés de poudre et scellés à l'aide d'argile. Une paille emplie de poudre sert de mèche et elle est insérée dans le trou. Elle fournit le délai nécessaire au mineur pour se réfugier dans un endroit sécuritaire après l'allumage de la mèche. L'invention d'une mèche de sûreté au début du 19ème siècle améliore cette procédure.

Les innovations majeures, par la suite, consistent en l'invention et le perfectionnement de marteaux perforateurs mécaniques utilisant la vapeur puis l'air comprimé comme source d'énergie. L'acier des tiges perforatrices pose un problème de longévité de l'aiguisage jusque vers 1950. Il faut réaiguiser l'instrument souvent après

moins de 30 cm de pénétration dans le roc. La mise au point des aciers au carbure de tungstène révolutionne le forage en permettant d'augmenter la vitesse de forage et la durée de vie de la tige de forage.

Alfred Nobel apporte une contribution importante en développant de nouveaux types d'explosifs. D'abord, la célèbre nitroglycérine puis différents explosifs à base de nitrate de sodium et divers ingrédients. D'autres types d'explosifs ayant la propriété de résister à l'eau ont aussi été développés.

Les nouveaux outils de forage, l'utilisation d'explosifs efficaces et variés donnent plus de latitude pour exploiter les gisements. Ces innovations annoncent le développement de nouvelles méthodes de minage qui prendront toute leur ampleur à partir du XIXème siècle.

V. XIXEME SIECLE A AUJOURD'HUI (1 800 ANS AP. J.-C. A AUJOURD'HUI)

L'AGE DE L'ENERGIE

Le remplacement de l'énergie animale par l'énergie fournie par les combustibles fossiles comme le charbon et le pétrole a révolutionné l'industrie du XIXème siècle et début du XXème siècle. Ces sources d'énergie de faible coût, mobiles, pouvant être stockées, ont donné aux industries en place une souplesse inégalée. De plus, ces mêmes sources d'énergie ont permis de développer tout un complexe industriel centré autour de celles-ci et dans le cas du pétrole, l'utilisant comme matériau de base pour la production de toute une variété de nouveaux produits: plastiques, lubrifiants, fibres synthétiques, etc...

1. NOUVEAUX MINERAUX

De nouvelles techniques d exploitation minière et de métallurgie font leur apparition durant la même période. Ces techniques permettent d'augmenter sensiblement la production de certains minéraux et aussi d'en utiliser de nouveaux.

1.1 Charbon

Le minage du charbon occupe une place importante en Angleterre dès le XVIIIème siècle. Mais un développement majeur de cette industrie ne débute véritablement qu'au XIXème siècle dans le reste de l'Europe et les États-Unis. L'invention des machines à vapeur qui consomment de grandes quantités de charbon en décuplent la demande.

1.2 Le pétrole

Le pétrole est connu depuis l'antiquité mais la découverte de dépôts par forage ne remonte qu'en 1857 au Canada et en Roumanie puis en 1859, en Pennsylvanie. Utilisé au départ essentiellement pour fournir du kérosène pour les lampes à pétrole, de nombreux autres usages lui sont trouvés, le plus important étant comme source d'énergie pour les moyens de transport.

1.3 L'uranium

L'explosion de bombes atomiques à Nagasaki et à Hiroshima au Japon, en 1945, a fait prendre conscience à l'humanité de ce que représente l'énergie nucléaire. Suite à cet événement, chaque pays concerné par la défense voulut s'assurer d'un approvisionnement stable de ce minéral, ce qui entraîna de vastes campagnes d'exploration pour les dépôts uranifères dans les années 1950. Depuis, des usages dits "pacifiques" ont été trouvés à l'atome entre autres comme source d'énergie pour les centrales électriques nucléaires. Ce minéral est actuellement au centre d'une controverse au niveau mondial quant à son utilisation, que ce soit pour des fins "pacifiques" ou de défense. Ici même, au Québec, un moratoire sur son utilisation a été institué, moratoire qui n'empêche cependant pas l'exploration et éventuellement l'exploitation de dépôts.

1.4 L'aluminium

L'aluminium est produit en laboratoire en 1845. Le procédé d'extraction de ce métal tel que connu aujourd'hui n'est inventé

qu'en 1886. Ce métal connaît par la suite un développement inégalé. De nombreuses utilisations lui sont trouvées à cause de sa légèreté et de sa grande conductivité électrique et calorifique.

1.5 Dépôts polymétalliques

Ces dépôts comme leur nom l'indique, sont des minéralisations complexes de plusieurs métaux. Exemple: cuivre - zinc - or - argent; plomb argent; cuivre - zinc - plomb; etc... La récupération économique de chacun des métaux contenus dans ces gisements est rendue possible par la mise au point de la technique métallurgique de flottation. Cette technique permet, en injectant de l'air dans un mélange de minerai broyé et de liquide, de faire flotter sélectivement certains minéraux et donc, de les séparer par la suite du reste de la masse.

L'exploitation de dépôts polymétalliques par le minage à ciel ouvert utilisant des techniques d'extraction à grande échelle rend profitable la récupération de gites à faible teneur et fort tonnage situé près de la surface.

2. MÉTHODES DE MINAGE

Le développement d'équipement de forage perfectionné, l'utilisation efficace de nouveaux types d'explosifs, la compréhension grandissante par les ingénieurs des forces contrôlant un massif

rocheux ont permis le développement de toute une nouvelle approche en matière de méthode d'exploitation minière.

Des méthodes telles que chambres et magasins, coupe et remblais, abattage par sous-niveaux, long-trous d'abattage, etc... sont maintenant couramment employées et ont permis d'augmenter de beaucoup la productivité minière. Cette augmentation de la productivité permet d'abaisser les conditions limites qui font qu'un gisement est considéré économiquement exploitable.

VI. ÉVOLUTION DES CONDITIONS DE TRAVAIL ET DU STATUT DE MINEUR

Le statut de mineur et les conditions de travail de celui-ci ont beaucoup changé au cours des siècles.

Jusqu'au Moyen-Âge, soit vers le Vème siècle, la majorité des travailleurs dans les mines sont des esclaves, plusieurs vivent continuellement sous-terre. Les mines servent souvent de prison, les possibilités d'évasion y étant très limitées. Dans ces conditions, le taux de mortalité est très élevé et on ne peut dire que le métier de mineur soit très recherché. Même pour un esclave, c'est la dernière tâche à laquelle il souhaite s'adonner.

La chûte de l'empire romain au Vème siècle entraîne la dislocation des complexes industriels et miniers. La nécessité pour les communautés de se défendre des hordes barbares presse celles-ci à se regrouper autour de seigneurs ou de monastères. Ce regroupement amène l'instauration du système féodal. L'activité minière et toute autre activité industrielle cesse quasi complètement durant cette période, soit du Vème au XIème siècles.

Par la suite, la prospection minière s'effectue sur une base individuelle. Les serfs sont libérés de leurs servitudes par les seigneurs de façon à leur permettre de rechercher des dépôts

minéralisés. Les privilèges des mineurs s'accroissent peu à peu. Ces privilèges comprennent, selon les pays, des droits d'occupation, des exonérations de taxes, des assurances accidents, assurance-vie et régime de retraite.

A partir du XVIème siècle, l'accroissement de la taille des opérations minières élimine l'exploitation sur une base individuelle. Les mineurs vendent peu à peu leurs droits à des compagnies minières. Ces compagnies engagent par la suite les mineurs à salaire.

Ce changement dans l'organisation du travail amène une perte de statut et privilèges chez les mineurs. Les conditions de travail se dégradent et il faut attendre le XIXème siècle pour que des lois telles que l'interdiction de faire travailler des enfants de moins de 13 ans soient adoptées en Angleterre et dans d'autres pays. C'est la nécessité pour les travailleurs miniers de se prémunir d'abus de la part de leurs employeurs et de se prévaloir de conditions de travail décentes qui amènent la formation d'unions ouvrières. Ces syndicats auront à mener des luttes parfois très difficiles pour arriver à faire respecter les droits des mineurs.

Le XXème siècle connait une évolution rapide des conditions de travail pour le mineur. Le développement scientifique et technologique permet la conception d'outillage de plus en plus spécialisé qui tout en

accroissant la productivité facilite la tâche du mineur. L'importance accordée par les gouvernements actuels aux problèmes de santé et de sécurité du travail suite aux pressions exercées par les travailleurs amène la création de toute une série de lois et de normes régissant les conditions dans lesquelles doit s'exercer le travail. Les compagnies minières elles-mêmes sont sensibilisées à la notion de santé et de sécurité d'autant plus que cette notion se conjugue à celle de rentabilité. Le statut de mineur continue d'évoluer et depuis quelques années, de nombreuses compagnies minières se sont impliquées dans la formation de leurs travailleurs.

De plus en plus, l'industrie est consciente des besoins de formation nécessaire à un individu qui veut devenir mineur. Former un mineur "sur le tas", c'est long et ça n'assure pas nécessairement une formation de qualité.

On peut donc prévoir qu'à moyen terme, la nécessité d'augmenter les compétences requises pour exercer le métier de mineur aura un effet positif sur le statut même de ce métier.

BIBLIOGRAPHIE

Agricola, Georg 1556. De re metallica, traduit du latin par H.C. Hoover avec compte-rendu de l'évolution de l'industrie de l'antiquité au XVIème siècle, New-York, Dover Publications, 1950, 638 pages.

Aichisan, Leslie, A History of metals, vol. 1, New-York, Interscience publishers, 1969.

Calle, Chita de la, Les origines de la civilisation technique, Tome 1, Histoire générale des techniques, Paris, Presses universitaires de France, 1962.

Knauth, Percy, La découverte du métal, New-York, Editions Time-Life, 1974, 160 pages.

Temple, John, Mining: An International History, New-York, Praeger, 1972, 143 pages.

HISTOIRE DE L'INDUSTRIE MINIERE

Résultats de la pré-évaluation

Sommaire des résultats obtenus lors de la pré-évaluation

Cahier technologique: La majorité des observations portent sur la nécessité de définir certains mots ou expressions, de reformuler des phrases. Certains principes demandent aussi des explications supplémentaires. Les illustrations doivent être revues, de même que les commentaires qui les accompagnent de façon à les rendrent plus explicites.

Activité 1 : L'échelle du temps
Telle que conçue, l'activité suscite peu d'intérêt. Demander aux élèves de concevoir l'échelle sur laquelle ils doivent positionner les événements historiques, prend trop de temps.

L'activité a donc été repensée de façon à être moins longue. Une échelle à compléter est fournie aux élèves. Cette activité devra de plus être dispensée à la suite de l'activité "bandes dessinées historiques" parce que cette dernière fournie des éléments que les élèves peuvent utiliser pour compléter l'échelle.

Activité 2 : Bandes dessinées historiques
Les élèves aiment l'activité. Celle-ci ne peut se dérouler selon les modalités d'organisation prévues parce que le groupe est trop petit. L'activité a donc été repensée de façon à être moins rigide quant à l'organisation suggérée et de façon également à précéder l'activité l'échelle du temps.

Activité 3: Rencontre avec un mineur
L'activité est très appréciée. L'apport du média vidéo est un facteur d'intérêt important. La rencontre avec un mineur permet aux élèves d'échanger sur le vécu du travail du mineur, sur les changements qui sont intervenus dans ce métier.

Activité supplémentaire: Visite du musée minier

L'activité s'est déroulée à la suite d'une demande des élèves. Compte tenu de l'intérêt qu'elle suscite chez ceux-ci, cette activité sera utilisé comme déclencheur pour le module Histoire de l'industrie minière.

Observations générales:

Les futures activités devront être pensées de façon à impliquer d'avantage les étudiants, en usant de l'alternance action-réflexion-production.

Cahier technologique

GRILLE D'OBSERVATION

Points à reviser	Etudiant	Prof.	Evaluateur	Observation générale	Justification	Modification et justification	Catégorie de modification
Cahier technnologique							
Dans le document définir							
1)exonorer d'impot			X			Remplacé exonorer par exemption	
2)prémunir d'abus			X			Remplacé par "empêcher des abus..."	
3)moratoire						Reformulé la phrase	
4)les évidences			X			Reformulé la phrase	
5)polymétallique			X		p. 31	Reformulé la phrase	
6)procédé métallurgique			X		p. 6	Ajouté définition en bas de page	
7)ennoiement			X		p. 17	Changé la formulation pour "l'élimination de l'eau"	
8)aurifère			X			Ajouté définition en bas de page	
9)cementation			X		p. 15	Ajouté commentaires définissant "cementation"	
10)Arseniées					p. 9	Remplacé par "contenant de l'arsenic"	
11)fortuite					p. 9	Remplacé par "par hazard"	

GRILLE D'OBSERVATION

Points à reviser	Etudiant	Prof.	Evaluateur	Observation générale	Justification	Modification et justification	Catégorie de modification
Clarifier A)Par lavage des graviers aurifères			X		P. 5	Facilité la compréhension en référant à un exemple actuel: le chercheur d'or ou Klondyke et ajouté commentaires pour faciliter le discernement entre les deux méthodes	
B) Par minage de veines de quartz aurifères			X		Identifier qu'il s'agit de deux procédés		

GRILLE D'OBSERVATION

Points à reviser	Etudiant	Prof.	Evaluateur	Observation générale	Justification	Modification et justification	Catégorie de modification
Bronze: extraction et procédé métallurgique			X		P.10 Mettre en évidence de quel métaux il est question	Cette remarque dénote qe ni l'enseignant, ni l'étudiant n'ont compris de quoi il s'agit. Le Bronze ne peut être extrait puisqu'il est un alliage. Ce concept a été explicité dans le texte.	
Dessin des fourneaux			X		N'explique pas clairement le procédé de chauffage P. 13	Commenter plus à fond l'illustration	
Dessin d'une galerie puisard			X		P. 19 Indiquer qu'il s'agit d'un flanc de montagne	Le dessin sera repris	
Dessin de la machinerie mue par la force humaine et animale			X		On pourrait espacer les séquences pour clarifier P. 21	Le dessin sera repris	

GRILLE D'OBSERVATION

Points à reviser	Etudiant	Prof.	Evaluateur	Observation générale	Justification	Modification et justification	Catégorie de modification
Revoir la formulation de certains paragraphes							
P. 1 Une fois acquis, ... suivent.			X			La phrase est reformulée	
P. 2 1er paragraphe Dès cette époque ....existence			X			Ce paragraphe est reformulé	
P. 2 3e paragraphe Grâce ..... haches, etc...			X		Ajouter (propriété) de ces métaux	Non, il ne s'agit pas de métaux mais de matériaux. L'énumération de ces derniers a été ajouté pour faciliter la compréhension.	

GRILLE D'OBSERVATION

Points à reviser	Etudiant	Prof.	Evaluateur	Observation générale	Justification	Modification et justification	Catégorie de modification
P. 11 1er paragraphe L'utilisation de plusieurs ... murs.			X			Reformulé la phrase	
P. 11 2e paragraphe Ces mines... escalier			X			Reformulé la phrase	
P.14 2e paragraphe Le fer.... ....abondant.			X			Reformulé la phrase	
P.15 1er parag,aphe La métallurgie ... de fer brut			X			Amélioré le commentaire de l'illustration de façon à aider à la compréhension de ce paragraphe.	

GRILLE D'OBSERVATION

Points à reviser	Etudiant	Prof.	Evaluateur	Observation générale	Justification	Modification et justification	Catégorie de modification
P. 15 2e paragraphe L'examen d'objets carbone			X			Ajout de texte pour faciliter la compréhension	
P. 24 Le chauffage des parois			X		N'est pas suffisamment expliqué	Ajout de texte pour faciliter la compréhension	
Observations générales sur le document				X	Les informations sur les esclaves et la dynamite plaisent particulièrement		

Histoire de l'industre minière

/1

Activité I: L'échelle du temps

GRILLE D'OBSERVATION

Points à reviser	Etudiant	Prof.	Evaluateur	Observation générale	Justification	Modification et justification	Catégorie de modification
Activité 1							
Ajout Parler de l'électricité		X			Evénement à souligner	Ajout au texte du cahier technologique Ajout de cet événement comme élément à positionner sur l'échelle du temps.	
Fournir la grille pré-échelonnée		X			Les jeunes perdent beaucoup de temps à faire la grille et n'ont plus d'énergie pour la remplir	La grille sera fournie	
Observations générales				X	Les étudiants ne sont pas très intéressés à cette activité	L'activité a été repensée de façon à être moins longue et moins "intellectuelle". L'objectif sousjacent à la confection de l'échelle pour permettre de visualiser l'accélération de l'évolution de l'industrie est atteint autrement. De plus tel que suggéré, cette activité est précédée par celle de la bande dessinée.	

GRILLE D'OBSERVATION

Points à reviser	Etudiant	Prof.	Evaluateur	Observation générale	Justification	Modification et justification	Catégorie de modification
Observations générales					Les jeunes ne lisent pas le texte. Il serait préférable que le professeur le résume oralement	Le texte existe surtout pour servir de document-référence permettant de cheminer dans les activités.	

Histoire de l'industrie minière

Activité 2: Bandes dessinées historiques

GRILLE D'OBSERVATION

Points à reviser	Etudiant	Prof.	Evaluateur	Observation générale	Justification	Modification et justification	Catégorie de modification
Activité 2 Organisation			X		Le nombre d'étudiants ne permet pas de respecter l'organisation suggérée	Reformulé cet aspect de façon à être moins rigide au niveau de l'organisation	
Observations générales				X	Malgré un début lent, les jeunes ont bien aimé l'activité	Tant mieux	

Histoire de l'industrie minière

GRILLE D'OBSERVATION

Points à reviser	Etudiant	Prof.	Evaluateur	Observation générale	Justification	Modification et justification	Catégorie de modification
Observations générales des activités 1 et 2 Inverser les deux activités			X		La bande dessinée stimule les jeunes à chercher un peu. On pourrait ensuite faire l'échelle du temps à partir du contenu des bandes dessinées que le professeur complèterait. Cette activité deviendrait collective. Ainsi le contenu est difficile. Il faut trouver un moyen plus efficace pour le transmette.	Tel que suggéré, les deux activités ont été inversées et reformulées de façon à permettre plus d'action de la part des étudiants. Des exemples ont été ajoutés pour faciliter la compréhension . Les objectifs ont été revus.	

Activité 3 : Rencontre avec un mineur

GRILLE D'OBSERVATION

Points à reviser	Etudiant	Prof.	Evaluateur	Observation générale	Justification	Modification et justification	Catégorie de modification
Activité 3							
Rencontre avec un mineur							
Préalable		X			Considérant qu'on fera un vidéo, (suggestion des jeunes) on s'initie au matériel et on prévoit les questions à poser	La suggestion d'utilisation du vidéo et de ce que cela implique comme préparation a été ajoutée à l'activité	
A corriger			X		Penser aux détails du vidéo Ex: générique temps décor "intercom" sonnerie		

GRILLE D'OBSERVATION

Points à reviser	Etudiant	Prof.	Evaluateur	Observation générale	Justification	Modification et justification	Catégorie de modification
Rencontre avec un mineur							
Déroulement					Les jeunes se sont pratiqués en posant différentes questions		
A corriger		X	X		Enregistrer directement car en répétition les jeunes ne trouvent plus rien à dire. Ils ont eu réponse à leur question ainsi ils ne sont plus motivés.	Il n'y a pas de répétition de prévue au déroulement de l'activité, seulement une manipulation préalable de l'équipement	

GRILLE D'OBSERVATION

Points à reviser	Etudiant	Prof.	Evaluateur	Observation générale	Justification	Modification et justification	Catégorie de modification
Activité 3							
Observations générales							
Intérêt				X	Cette activité augmente la motivation des jeunes et permet d'aller chercher une autre expertise que celle du maître	Cette idée d'interview aura donc intérêt à être utilisée pour d'autres modules	
Ajout			X		On pourrait faire un retour sur le contenu de l'interview	Déjà prévu au niveau de l'activité telle qu'élaborée	

GRILLE D'OBSERVATION

Points à reviser	Etudiant	Prof.	Evaluateur	Observation générale	Justification	Modification et justification	Catégorie de modification
Contenu de l'interview				X	Les jeunes veulent en savoir plus que les conditions de travail en 40	Nous n'y avons pas objection. Les objectifs à atteindre ne sont pas limitants. Une fois les objectifs atteints rien n'empêche les étudiants à aller plus loin.	

GRILLE D'OBSERVATION

Points à reviser	Etudiant	Prof.	Evaluateur	Observation générale	Justification	Modification et justification	Catégorie de modification
Activité supplémentaire Musée minier				X	L'activité permet de regrouper les principales informations concernant l'exploitation minière. Les aspects historiques ont été particulièrement appréciés. Considérant que les jeunes ont déjà visité une mine, ils ont surtout apprécié le premier plancher, où étaient présents différents aspects de l'évolution des mines (minerais, moulin, laboratoire, géologie, santé, sécurité, etc...) Afin de maximiser cette visite, elle devrait avoir lieu au début du cours elle serait donc une activité "déclencheur".	Cette activité s'est déroulée à la suite d'une demande des étudiants. Elle a eu un impact positif et nous avons décidé d'en faire une activité du module Histoire de l'industrie minière. Ce sera la première activité du module, et elle sera donc un déclencheur pour ce module .	

Histoire de l'industrie minière

GRILLE D'OBSERVATION

Points à reviser	Etudiant	Prof.	Evaluateur	Observation générale	Justification	Modification et justification	Catégorie de modification
Observations générales			X		On ne peut intervenir a n'importe quel moment pour évaluer les activités. Il faut attendre que les étudiants soient disponibles.		
Les étudiants		X	X		Ils ne sont pas toujours intéressés. Le groupe aurait une dynamique qui ne favorise pas les acquisitions - manque de motivation - interaction voire conflit entre les membres - leader négatif - très intéressé à l'expertise du professeur		

GRILLE D'OBSERVATION

Points à reviser	Etudiant	Prof.	Evaluateur	Observation générale	Justification	Modification et justification	Catégorie de modification
Les activités		X	X		Les jeunes aiment l'action. Limiter les lectures les activités écrites et individuelles. Alterner action réflexion - production	Les activités ont été revues en tenant compte de cette observation. Cette dernière orientera notre production future en terme du type d'activité proposé	
L'examen		X	X		Les questions 2 et 4 ne sont pas très réussies mais dans l'ensemble c'est bien. Préciser la question 2 ex.: après le dynamitage..... pourrait donner des informations supplémentaires sur le rendement des modules		
Pré-test post-test			X			Suggestion à discuter au niveau de l'équipe	

HISTOIRE DE L'INDUSTRIE MINIERE

2ième version

HISTOIRE DE L'INDUSTRIE MINIERE

Cahier de l'enseignant

Objectif terminal

Rendre l'élève capable de caractériser et de situer l'évolution de l'industrie minière, de la préhistoire à nos jours.

Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
01 Identifier les étapes majeures traversées par l'industrie minière au cours des âges.	- Âge de pierre - Âge de métaux - Ière siècle au XVIième siècle - XVIième siècle au XIXième siècle - L'âge de l'énergie
02 Décrire globalement l'évolution de l'industrie minière	- Découverte des métaux et autres minerais au cours des âges - Minage des métaux et autres minerais - Utilisation des métaux et autres minerais - Statut et conditions de travail du mineur
03 Démontrer les effets et conséquences du développement de l'industrie minière	Effets et conséquences des principales découvertes sur leur époque: - Apparition des outils - Révolution industrielle - Ere atomique

ACTIVITÉ 1

Visite d'un musée ou d'une exposition sur le milieu minier

But de l'activité

Cette activité a comme objectif de te permettre:

- d'identifier les grandes étapes traversées par l'industrie minière depuis le 19ième siècle
- de décrire l'évolution de l'industrie minière depuis le 19ième siècle en ce qui a trait au minage des métaux et autres minerais, à l'utilisation de ces derniers ainsi qu'aux changements survenus dans le statut et les conditions de travail du mineur.
- de démontrer les effets et conséquences du développement de l'industrie minière sur la région ou elle prend place.

Pré-requis

Aucun.

Directives

- Il faut localiser un endroit qui se prête à une telle visite. En Abitibi-Témiscamingue, nous vous suggérons le musée minier de Malartic.
- La visite doit être orientée de façon à permettre aux élèves d'atteindre les objectifs de l'activité citée plus haut, vous guiderez donc la visite en ce sens. Un guide rattaché au musée ou à l'exposition pourra vous accompagner.

Evaluation

- Cette activité se veut un déclencheur pour le module Histoire de l'industrie minière, l'évaluation sera donc de type formative et portera sur la participation et l'intérêt des élèves à la visite.

ACTIVITE 2

Bandes dessinées historiques

But de l'activité

- Décrire les différents évènements qui ont marqués l'industrie minière depuis ses débuts.
- Décrire globalement l'évolution de l'industrie minière.

Pré-requis

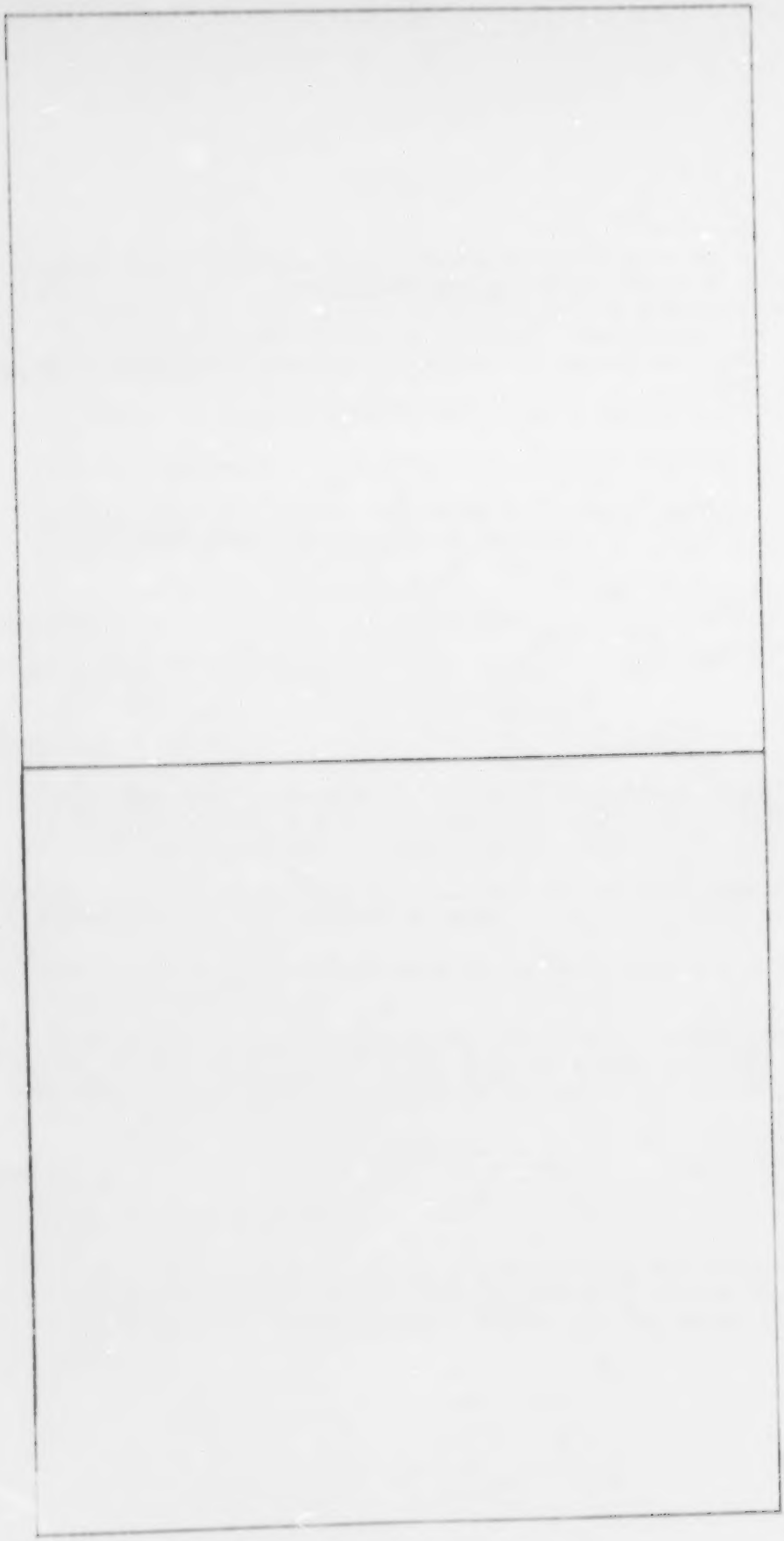
Il faut que les étudiants aient pris connaissance du texte du cahier technologique «Histoire de l'industrie minière», page 1 à 32, ou que, préférablement, vous ayez transmis le contenu du cahier technologique sous forme de cours ou autre en fournissant, évidemment, des explications supplémentaires. Nous vous suggérons d'illustrer vos propos en montrant des exemplaires des divers métaux et matériaux dont il est question dans le cahier technologique.

Directives

- Dépendamment de la grosseur du groupe, la classe se repartit en équipes composées de 2 ou 3 personnes. Si le groupe n'est pas assez gros, la classe se repartit entre 3 ou 4 personnes et chacune prend 2 périodes.
- Chaque période est représentée avec l'aide de 2 à 4 dessins, maximum. L'important n'est pas de bien dessiner une scène, mais c'est plutôt de bien choisir la scène. donc, vos commentaires, suite à la réalisation de l'activité, devront porter sur le choix pertinent de la scène.
- Vous fournissez à vos étudiants des copies de la feuille ci-jointe pour qu'ils puissent y exécuter leurs dessins ou s'en servir comme modèle.
- Les bandes dessinées réalisées sont réunies et par la suite brièvement commentées par leurs concepteurs.

Evaluation

Pour évaluer les dessins des étudiants, vous vous servez des thèmes abordés dans le cahier technologique «Histoire de l'industrie minière». Vous n'évaluez pas la qualité du dessin, mais bel et bien la scène qui est représentée. Les dessins devront être remis par la suite aux étudiants puisqu'ils s'en serviront pour l'activité "l'échelle du temps".



ACTIVITE 3

L'échelle du temps

But de l'activité

- Identifier les étapes majeures qu'a connu l'industrie minière.
- Décrire globalement l'évolution de l'industrie minière.
- Réaliser avec quelle rapidité évolue l'industrie minière actuellement comparativement à ses débuts.

Pré-requis

Avoir réaliser l'activité 1.

Directices

- Dépendamment de la grosseur du groupe, l'activité est réalisée en équipes variant de 2 à 3 personnes ou sous forme de discussion dirigée impliquant l'ensemble de la classe.
- Vous devez bien expliquer aux étudiants la façon de reporter les évèvements sur l'échelle du temps.
- Vous donnez au moins 1 heure 1/2 aux équipes ou au groupe pour compléter l'activité.
- Selon le mode de réalisation choisi pour l'activité (équipe ou groupe) vous intervenez lors des diverses étapes énumérées sous le point "déroulement de l'activité" du cahier de l'étudiant.

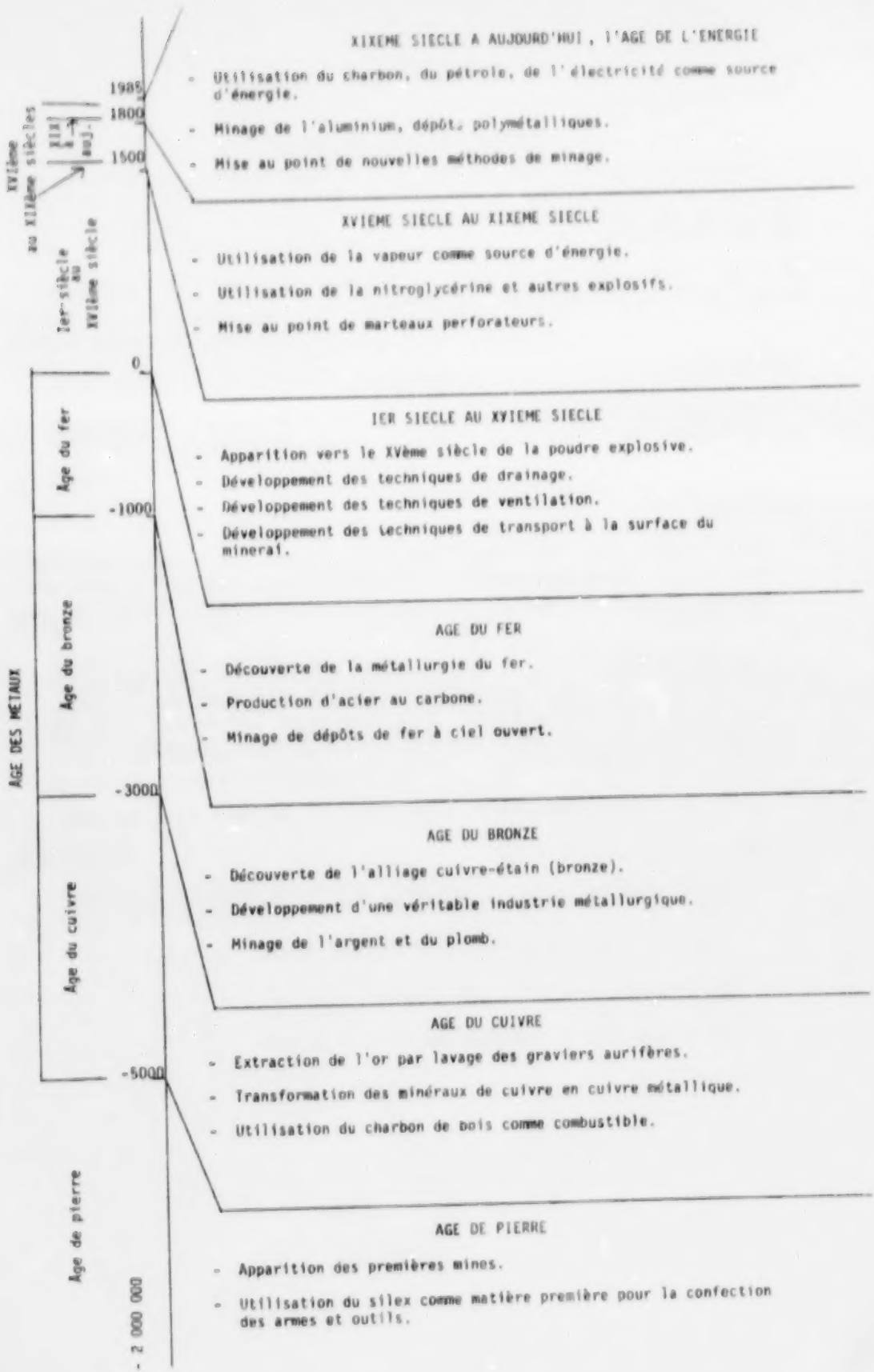
Evaluation

Pour évaluer cette activité

- Si elle est effectuée en équipe : Vous ramassez les échelles complétées et les évaluez à l'aide de l'échelle ci-jointe en tenant compte des autres éléments fournis par les bandes dessinées.

- Si elle est effectuée en groupe: Comme précédemment.
  Vous tenez compte de la participation des étudiants relativement à leur contribution pour compléter l'échelle.

Corrigé de l'activité 2


AGE DES METAUX
Age de pierre
Age du cuivre
Age du bronze
Age du fer
1985
1800
1500
0
-1000
-3000
-5000
- 2 000 000
XVième au XIXème siècles
XIXème - aujourd'hui
1er siècle au XVIème siècle
XIXEME SIECLE A AUJOURD'HUI , l'AGE DE L'ENERGIE
- Utilisation du charbon, du pétrole, de l'électricité comme source d'énergie.
- Minage de l'aluminium, dépôt, polymétalliques.
- Mise au point de nouvelles méthodes de minage.
XVIEME SIECLE AU XIXEME SIECLE
- Utilisation de la vapeur comme source d'énergie.
- Utilisation de la nitroglycérine et autres explosifs.
- Mise au point de marteaux perforateurs.
IER SIECLE AU XVIEME SIECLE
- Apparition vers le XVème siècle de la poudre explosive.
- Développement des techniques de drainage.
- Développement des techniques de ventilation.
- Développement des techniques de transport à la surface du minerai.
AGE DU FER
- Découverte de la métallurgie du fer.
- Production d'acier au carbone.
- Minage de dépôts de fer à ciel ouvert.
AGE DU BRONZE
- Découverte de l'alliage cuivre-étain (bronze).
- Développement d'une véritable industrie métallurgique.
- Minage de l'argent et du plomb.
AGE DU CUIVRE
- Extraction de l'or par lavage des graviers aurifères.
- Transformation des minéraux de cuivre en cuivre métallique.
- Utilisation du charbon de bois comme combustible.
AGE DE PIERRE
- Apparition des premières mines.
- Utilisation du silex comme matière première pour la confection des armes et outils.

ACTIVITE 4

Rencontre avec un mineur

But de l'activité

Décrire l'évolution de l'industrie minière au niveau du statut du mineur et de ses conditions de travail.

Pré-requis

Il faut que les étudiants aient lu le texte du cahier technologique «Histoire de l'industrie minière», page 33 à 35.

Directives

- Vous devez, pour réaliser l'activité, faire des recherches afin de trouver un mineur qui aura travaillé dans les mines dans les années 40 à 50. Avec ce mineur, vous réaliserez l'interview avec la classe.

- Les questions qui serviront lors de l'interview sont élaborées en classe. Il est important que des questions soient posées sur le travail et le statut du mineur dans les années 40 à 50. D'autres types de questions pourront s'ajouter dépendant des intérêts des étudiants.

  Voici quelques exemples de questions qui peuvent être posées:

  Dans les années 40 à 50

  . Quelles machineries étaient employées dans les mines?

  . Combien d'heures par jour le mineur travaillait-il?

  . Quel était le salaire du mineur?

  . Le forage était effectué de quelle façon?

  . Etc...

Si les étudiants choisissent d'utiliser un vidéo pour enregistrer l'interview, il faudra veiller à préparer l'aspect technique avant la rencontre avec le mineur. Il est indispensable que les étudiants aient pu manipuler l'équipement

Il faut que vous songiez à préparer tout l'aspect technique avant qu'ait lieu l'interview. Il serait bon de répartir les tâches suivantes entre les participants:

- décor
- générique
- caméra
- interview
- éclairage

- Lors de l'interview, vous agirez à titre de personne-ressource.

- Quand l'interview est terminée, et que l'invité est parti, vous tenez une plénière en demandant aux étudiants leurs impressions sur les conditions de travail et le statut de mineur au cours des années 40 à 50 comparativement à celles d'aujourd'hui. Vous vous servez des notes prises lors de l'interview ou des enregistrements effectués.

Evaluation

Vous évaluez l'activité sur la base de la participation des étudiants à l'activité.

HISTOIRE DE L'INDUSTRIE MINIERE

CAHIER DE L'ÉLEVE

Objectif terminal

Rendre l'élève capable de caractériser et de situer l'évolution de l'industrie minière, de la préhistoire à nos jours.

Objectifs intermédiaires	Contenu d'apprentissage
01 Identifier les étapes majeures traversées par l'industrie minière au cours des âges.	- Age de pierre - Age des métaux - Ière siècle au XVIième siècle - XVIième siècle au XIXième siècle - L'âge de l'énergie
02 Décrire globalement l'évolution de l'industrie minière	- Découverte des métaux et autres minerais au cours des âges - Minage des métaux et autres minerais - Utilisation des métaux et autres minerais - Statut et conditions de travail du mineur
03 Démontrer les effets et conséquences du développement de l'industrie minière	Effets et conséquences des principales découvertes sur leur époque: - apparition des outils - révolution industrielle - ère atomique

ACTIVITE 1

Visite d'un musée ou d'une exposition portant sur le milieu minier

But de l'activité

Cette activité a comme objectif de te permettre:

- d'identifier les grandes étapes traversées par l'industrie minière depuis le 19ième siècle
- de décrire l'évolution de l'industrie minière depuis le 19ième siècle en ce qui a trait au minage des métaux et autres minerais, à l'utilisation de ces derniers ainsi qu'aux changements survenus dans le statut et les conditions de travail du mineur.
- de démontrer les effets et conséquences du développement de l'industrie minière sur la région ou elle prend place.

Pré-requis

Aucun.

Directives

Durée de l'activité: Une demi journée

Lieu de réalisation: Musée ou exposition

Matériel spécifique: Publication du musée ou de l'exposition, si disponible

Mode de réalisation: Visite de groupe

Déroulement de l'activité

1. Tu vas participer avec tout le groupe et ton enseignant à une visite d'un musée ou d'une exposition portant sur le milieu minier.
2. Lors de la visite, tu centres ton intérêt sur les items qui te permettent de bien saisir l'évolution qu'a connu l'industrie minière en terme de minage, d'utilisation du minerai, des conditions de travail du mineur, de l'impact du développement d'une mine sur une région.

3. Ton enseignant et possiblement un guide à l'emploi du musée, orientetont la visite et seront à ta disposition pour répondre à tes questions.

ACTIVITE 2

Bande dessinée historique

But de l'activité

Cette activité a comme objectif de te permettre:

- de décrire les différents évènements qui ont marqués l'industrie minière depuis ses débuts.
- de décrire globalement l'évolution de l'industrie minière.

Pré-requis

Il faut que tu aies pris connaissance du cachier technologique "Histoire de l'industrie minière" page 1 à 32, ou que ton enseignant t'aies transmis sous forme de cours ou autre le contenu du cahier technologique.

Directives

Durée de l'activité:

Lieu de réalisation: Classe ou atelier

Matériel spécifique: Exemple de bande dessinée ci-jointe

Mode de réalisation: Seul ou en équipe de 2 ou 3 personnes au maximum

Déroulement de l'activité

1. Les périodes suivantes sont réparties entre les équipes ou les individus
   - . âge de pierre
   - . âge du cuivre
   - . âge du bronze
   - . âge du fer
   - . 1er siècle au XVIème siècle
   - . XVIème siècle au XIXème siècle
   - . XIXème siècle à aujourd'hui

Les 7 périodes doivent être couvertes par l'ensemble de la classe.

A partir du cahier technologique, histoire de l'industrie minière, tu retraces pour la période choisie des éléments que tu aimerais représenter à l'aide de la bande dessinée.

2. Tu te sers de la feuille-réponse que te remettras ton professeur pour réaliser l'activité. Note qu'il n'est pas important que tes dessins soient professionnels, il est beaucoup plus important que les scènes que tu choisis représentent bien la période donnée.

   Tu représentes entre 2 et 4 scènes par période. Tu peux te servir de l'exemple ci-joint pour te guider dans l'exécution de ta bande dessinée.

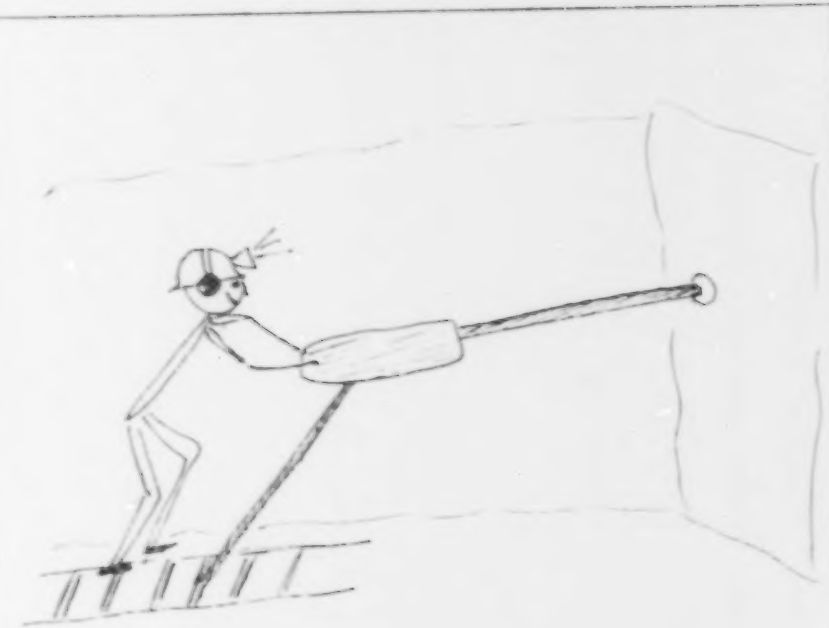
3. Quand toutes les équipes auront terminé, vous joignez toutes vos bandes dessinées de façon à en faire une bande dessinée complète.

   L'ensemble de la classe est invitée à regarder et à commenter brièvement ce que chaque équipe a produit.

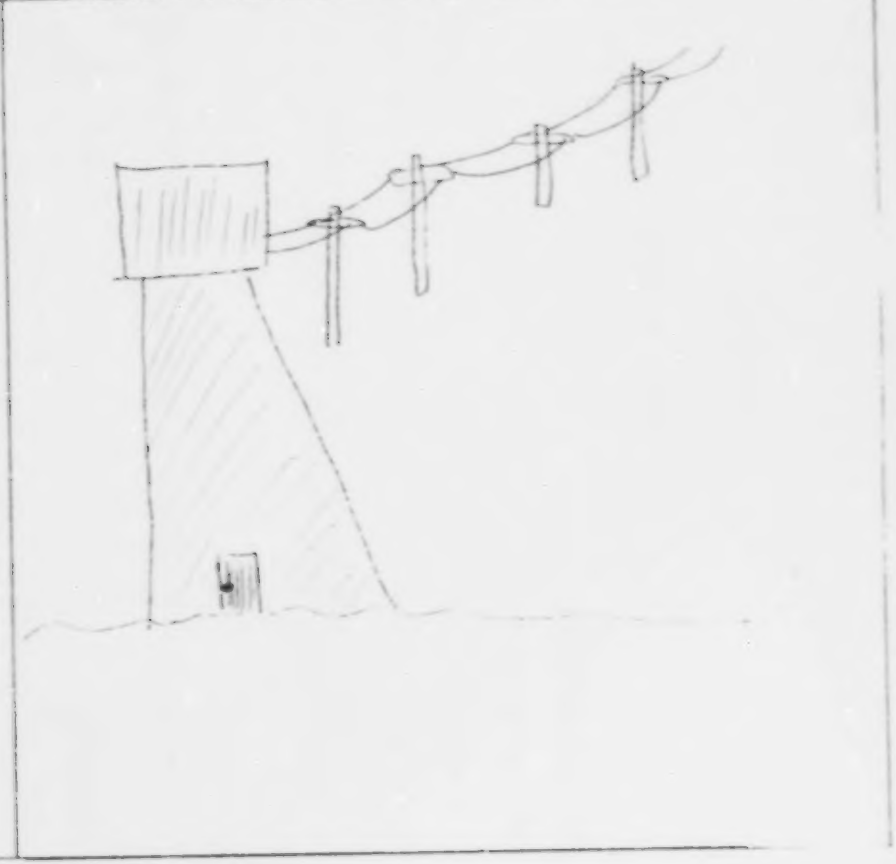
4. La bande dessinée est conservée et remise à votre enseignant. Elle servira pour la prochaine activité "l'échelle du temps".

XIX. siècle à aujourd'hui

Développement de nouveaux équipements de forage



Utilisation de l'électricité dans les mines



ACTIVITE 3

L'échelle du temps

But de l'activité

Cette activité a comme objectif de te permettre:

- d'identifier les étapes majeures qu'a connu l'industrie minière
- de décrire globalement l'évolution de l'industrie minière
- de réaliser avec quelle rapidité évolue l'industrie minière actuellement comparativement à ses débuts.

Pré-requis

- Avoir réalisé l'activité 1 "Bandes dessinées historiques".

Directives

Durée de l'activité:

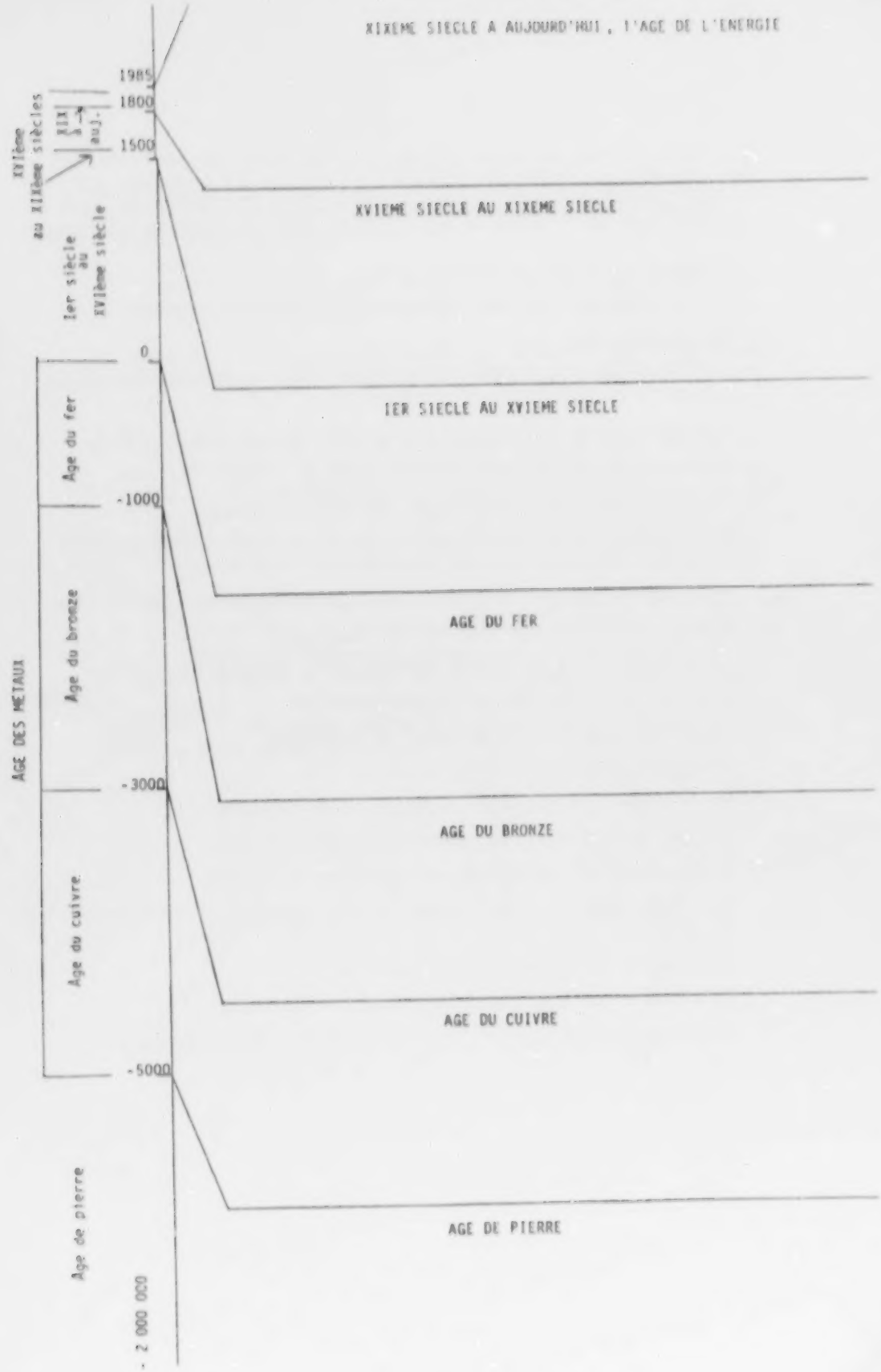
Lieu de réalisation : classe ou atelier

Matériel spécifique: bandes dessinées réalisées lors de l'activité 1.

Mode de réalisation: En équipe de 2 ou 3 personnes au maximum ou si désiré on peut réaliser cette activité sous forme de discussion impliquant ton enseignant et l'ensemble de la classe.

Déroulement de l'activité

1. Sur la feuille ci-jointe, tu trouveras représentée une échelle du temps, couvrant les âges préhistoriques jusqu'à nos jours. Sur cette échelle tu dois inscrire à la période correspondante les évènements qui ont été illustrés par les bandes dessinées réalisées lors de l'activité 2.


XIXEME SIECLE A AUJOURD'HUI, l'AGE DE L'ENERGIE
1985
1800
1500
0
-1000
-3000
-5000
- 2 000 000
XIXème au XIXème siècles
XIX ème à aujourd'hui
1er siècle au XVIème siècle
AGE DES METAUX
Age du fer
Age du bronze
Age du cuivre
Age de pierre
XVIEME SIECLE AU XIXEME SIECLE
IER SIECLE AU XVIEME SIECLE
AGE DU FER
AGE DU BRONZE
AGE DU CUIVRE
AGE DE PIERRE

2. Vérifie à l'aide de cette liste, si les items qui suivent ont été illustré en bande dessinée et si tu les as reportés sur l'échelle du temps. Si certains n'ont pas été reportés, positionne-les sur l'échelle en rapport avec la période concernée.

. L'apparition des premières mines.

. Extraction de l'or par lavage des graviers aurifères.

. Production d'acier.

. Utilisation du charbon, du pétrole, de l'électricité comme source d'énergie.

. Utilisation de la nitroglycérine et autres explosifs.

. Utilisation de la vapeur comme source d'énergie.

. Développement des techniques de ventilation.

. Utilisation du silex comme matière première pour la confection des armes et des outils.

. Transformation des minéraux de cuivre en cuivre métallique.

. Minage de dépôts de fer à ciel ouvert.

. Apparition vers le XVème siècle de la poudre explosive.

. Mise au point de marteaux perforateurs.

. Développement des techniques de drainage.

. Minage de l'argent et du plomb.

. Utilisation du charbon de bois comme combustible.

. Minage de l'aluminium, dépôts polymétalliques.

. Mise au point de nouvelles méthodes de minage.

. Développement des techniques de transport à la surface du minerai.

. Découverte de la métallurgie du fer.

. Découverte de l'alliage cuivre-étain (bronze).

. Développement d'une véritable industrie métallurgique.

3. Pour t'aider à visualiser la rapidité de l'évolution de l'industrie minière depuis le XIXème siècle, tente l'expérience suivante:

   - Mesure à l'aide d'une règle la longueur de la période comprise entre 1800 et 1984. Réponse:

   - Mesure à l'aide d'une règle la longueur de la période comprise depuis le début de l'âge de cuivre (5000 ans) jusqu'en 1985. Réponse:

   - En divisant ta première réponse par la deuxième et en multipliant le tout par 100 tu obtiendras un pourcentage. Il représente la longueur de notre époque actuelle comparativement au temps qu'a pris l'industrie minière depuis la première utilisation du cuivre pour en arriver au développement actuel.

   - Pour t'aider à constater l'accélération du développement de l'industrie minière des dernières années, réfère toi au graphique "Progression de l'évolution de l'industrie minière dans le temps" annexé au cahier technologique.

   - A la fin de cette activité, tu remets l'échelle du temps complétée à ton enseignant.

ACTIVITE 4

Rencontre avec un mineur

But de l'activité

Cette activité a comme objectif de te permettre de décrire une partie de l'évolution qu'a connu l'industrie minière au niveau du statut du mineur et de ses conditions de travail.

Pré-requis

Il faut que tu aies lu le texte du cahier technologique «Histoire de l'industrie minière», page 33 à 35.

Directives

Durée de l'activité:

Lieu de réalisation: Classe ou atelier

Matériel spécifique: Magnétophone suggéré ou vidéo

Mode de réalisation: Toute la classe

Déroulement de l'activité

1. Suite à la lecture que tu as faite, tu dois préparer une interview que tu auras avec un mineur. Toute la classe ensemble, vous allez donc réaliser une série de questions (environ 25) portant sur les conditions de travail et le statut du mineur. La personne que vous allez rencontrer aura probablement travaillé dans les mines dans les années 40 à 50. Alors préparez des questions concernant le début de son emploi en rapport avec les années 80.

2. Si ton groupe trouve intéressant d'utiliser un vidéo pour enregistrer l'interview il faut que vous songiez à préparer tout l'aspect technique avant qu'ait lieu l'interview. Il serait bon de répartir les tâches suivantes entre les participants:

- décor
- interview
- générique
- éclairage
- caméra etc...

Il est nécessaire d'apprendre à manipuler l'équipement avant l'interview.

3. Quand tu auras terminé de réaliser les questions et de préparer l'aspect technique , tu vas rencontrer le mineur. Tu réalises l'interview toute la classe ensemble selon la façon dont le groupe a décidé de procéder.

   Si tu n'utilises pas de vidéo ou de magnétophone, tu notes les réponses que la personne invitée va te donner aux questions.

4. Quand l'interview est terminée, vous tenez une plénière toute la classe ensemble afin de comparer les conditions de travail des années 40-50 à celles d'aujourd'hui. Vous vous servez alors des notes prises ou des enregistrements effectués.

HISTOIRE DE L'INDUSTRIE MINIERE

Cahier technologique

TABLE DES MATIERES

Page

I. L'AGE DE PIERRE (2 000 000 ans av. J.-C. à 5 000 ans av. J.-C.)..... 2

II. L'AGE DES METAUX (5 000 ans av. J.-C. à 0 an) 5

1. Age du cuivre (5 000 ans av. J.-C. à 3 000 ans av. J.-C.)..... 5

1.1 Or et cuivre: extraction et procédé métallurgique

1.1.1 Or: extraction..... 5

1.1.2 Or: procédé métallurgique..... 7

1.1.3 Cuivre: extraction..... 7

1.1.4 Cuivre: procédé métallurgique..... 8

2. Age du bronze (3 000 ans av. J.-C. à 1 000 ans ap. J.-C.)..... 11

2.1 Extraction et procédé métallurgique..... 13

2.1.1 Extraction..... 13

2.1.2 Les mines de cuivre du Mitterberg dans les Alpes autrichiennes 13

2.1.3 Les mines de plomb-argent de Laurium en Grèce..... 14

2.1.4 Procédés métallurgiques..... 15

3. Age du fer (1 000 ans av. J.-C. à 0 an) 17

3.1 Extraction..... 17

3.2 Procédé métallurgique..... 18

III. Ier SIECLE AU XVIème SIECLE (0 à 1500 ans ap. J.C.)

1. Drainage..... 21

1.1 Galeries-puisard..... 21

1.2 Roues à godet..... 22

1.3 Chaîne sans fin..... 22

1.4 Vis à eau..... 23

2. Ventilation..... 23

3. Transport à la surface du minerai..... 23

4. Méthodes de minage..... 26

IV. XVIème siècle au XIXème siècle (1 500 ans ap. J.-C. à 1 800 ans ap. J.-C.)..... 28

1. Drainage..... 28

2. Ventilation..... 28

3. Transport à la surface du minerai..... 29

4. Méthode de minage..... 30

V. XIXème siècle à aujourd'hui (1 800 ans ap. J.-C. à aujourd'hui): l'âge de l'énergie..... 32

1. Nouveaux minéraux..... 33

1.1 Charbon..... 33

1.2 Pétrole..... 33

1.3 L'uranium..... 34

1.4 L'aluminium..... 34

1.5 Dépôts polymétalliques..... 35

2. Méthodes de minage..... 35

VI. Évolution des conditions de travail et du statut de mineur 37

Bibliographie..... 40

Annexe I Progression de l'évolution de l'industrie minière dans le temps..... 41

Depuis des millénaires, l'être humain s'intéresse à la pierre et aux métaux. Ceux-ci lui permettent de façonner des outils, des objets utilitaires ou décoratifs, des armes pour la chasse et pour la guerre. L'évolution des techniques d'extraction et de transformation de la matière brute se fait très lentement. Les procédés d'utilisation du cuivre, du bronze, du fer et d'autres métaux associés se développent sur plusieurs millénaires. Ces procédés une fois mis au point, ne changent que très peu au cours des siècles qui suivent. Il faut attendre la fin du XVIIIème siècle pour constater une tranformation importante des méthodes d'exploitations minière et métallurgique.

I. L'AGE DE PIERRE (2 000 000 a 5 000 ans av. J.-C.)

Lorsque l'on effectue des fouilles sur les sites préhistoriques de cette époque, on y retrouve déjà de nombreux outils de pierre.

Les matériaux utilisés pour ces outils sont surtout le silex et, à défaut, la quartzite, l'obsidienne, le quartz et le jaspe. Toutes ces matières sont composées en majeure partie de silice. Ce sont des matériaux très durs qui ont la propriété particulière, en ce qui concerne le silex et l'obsidienne, de partir en éclats lisses et concaves avec une arête tranchante lorsqu'on les heurte fortement (fig.1).

C'est grâce à cette propriété du silex et de l'obsidienne de partir en éclats et a une grande dextérité manuelle que les hommes de l'âge de pierre arrivent à confectionner quantité d'outils: pointes, racloirs, couteaux, haches, etc...

Avec l'apparition de l'agriculture et de l'élevage, la technique évolue pour fournir à l'homme des outils appropriés à ses nouvelles occupations comme, par exemple,la faux. Déjà, à la fin de l'âge de pierre, les premières mines apparaissent. On a retrouvé, entre autre exemple, à Krzemionki, en Pologne, une mine de silex possédant un puits de 13 m et plus de 4 km de galeries. A Spiennes, en Belgique, on a découvert dans une galerie de mine de silex de cette période, le squelette de deux travailleurs de l'âge de pierre ensevelis par un éboulement, le pic encore à la main.

ETAPES DE PRODUCTION D'UNE POINTE DE FLECHE EN SILEX

Fig. 1 - Tiré de Histoire générale des techniques, tome 1: Les origines de la civilisation technique. En collaboration, PUF, 1962. p. 14.

La transformation du silex donne naissance au rassemblement, dans certaines régions de France, d'ateliers de taille qui exportent leur production dans l'Europe Occidentale. Ce sont les premiers exemples de concentration industrielle.

Pendant l'âge de pierre, l'être humain s'adonne aussi à des activités artistiques: gravure, sculpture, peinture à l'aide d'oxydes minéraux, ce qui nous montre une première utilisation des matières minérales métalliques. La poterie et sa cuisson par le feu annonce l'apparition des sources de chaleur nécessaire à la transformation des matières minérales brutes en métaux façonnables. (fig. 2)

Vue en plongée, à travers un four à poterie possédant 2 étages
5 000 ans av. J.C.

A- Poterie

B- Orifice permettant la circulation d'air chaud

C- Orifice permettant le chargement du combustible

D- Combustible

E- Mur

F- Sol

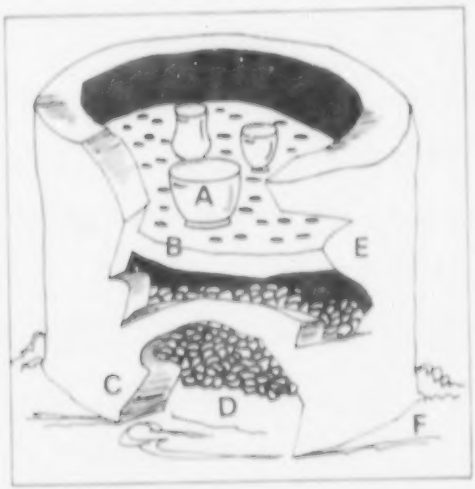


Figure 2

II. L'AGE DES METAUX (5 000 ans av. J.-C. à 1 600 ans ap. J.C.)

L'utilisation du métal par la société humaine est un agent de transmation considérable. Elle entraîne l'apparition d'un industrie de plus en plus complexe qui doit se préoccuper d'extraction, de transformation et d'exportation des produits.

1. L'AGE DU CUIVRE (5 000 ans av. J.-C. à 3 000 ans av. J.-C.)

Le cuivre est un des premiers métaux à être utilisé. Principalement parce que sa métallurgie est simple et que les minéraux de cuivre avec leurs couleurs vives de vert et de bleu attirent l'attention.

Les premières utilisations du cuivre se retrouvent dans les arts décoratifs (bijoux) avant que l'on s'en serve pour fabriquer des outils. Pendant la même période, l'or que l'on rencontre à l'état natif est lui aussi utilisé; il est, dès le début, considéré comme précieux et joue un rôle purement décoratif.

1.1 EXTRACTION ET PROCEDE METALLURGIQUE *

1.1.1 Or: extraction

A) Par lavage des graviers aurifères: **

Cette méthode est encore employée actuellement en prospection et pour la production industrielle. Les principes de base supportant cette technique n'ont

* procédé métallurgique: méthode employée pour traiter le minerai et produire le métal.

** aurifères: qui contient de l'or

pas changé: lors du lavage du gravier, l'or plus dense, n'est pas entraîné par l'eau et demeure au fond du contenant servant de support au gravier pendant le lavage. C'est ainsi que travaillait le chercheur d'or du Klondyke au siècle dernier. Il utilisait une panne (grande assiette). Il déposait dans celle-ci du gravier et de l'eau ramassé dans le lit d'un cours d'eau. En faisant tourner la panne, il agitait le gravier. La majeure partie de celui-ci se mêlait à l'eau et était déversée lorsque le prospecteur inclinait la panne. L'or plus lourd demeurait au fond de la panne et pouvait être récupérée par le prospecteur. Certains prospecteurs chanceux ont trouvé de cette façon, des pépites d'une valeur considérable.

B) Par minage de veines de quartz aurifères.

Ce procédé d'extraction ressemble au précédent. Dans ce cas-ci cependant, l'or est inclus dans des veines de quartz. Il est donc nécessaire de premièrement séparer l'or du quartz. Pour ce faire on fait de grand feux qui chauffent à une température élevée les veines de quartz. On les refroidit ensuite en lançant de l'eau sur le quartz. Ce brusque changement de température le fait éclater et permet de détacher le minerai à l'aide de pioche. Le minerai dégagé est transporté

à l'air libre et réduit en petits grains dans des mortiers en pierre. Il est par la suite broyé en poudre à l'aide de meules rudimentaires. Cette poudre est lavée sur des tables de bois inclinées. Par densité, l'eau entraîne le quartz tandis que l'or, plus lourd, demeure au fond. Cette méthode fut employée de façon intensive en Nubie (Sud de l'Egypte).

1.1.2 Or: procédé métallurgique

On peut supposer qu'au départ l'or natif est utilisé tel quel, et transformé par martelage dans la forme désirée.

La poudre d'or Nubienne est, quant à elle, fondue et purifiée par chauffage pendant cinq jours dans des récipients d'argile, auxquels on ajoute diverses substances, permettant ainsi d'extraire les impuretés. Par la suite, le martelage transforme l'or en objets divers.

1.1.3 Cuivre: extraction

L'extraction du cuivre varie, soit: simple ramassage, tranchées à ciel ouvert, galeries souterraines.

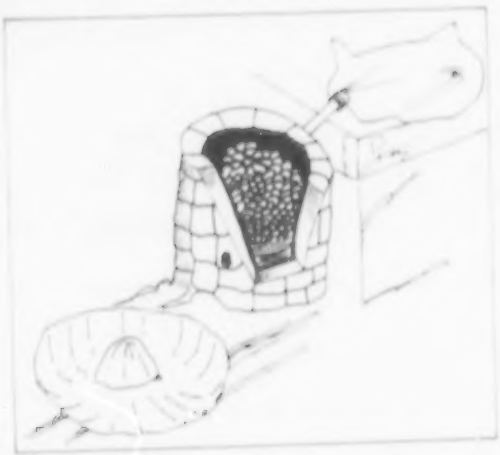
Certains développements miniers sont assez simples: cavités circulaires auxquelles on accède par un à deux puits

verticaux, tandis que d'autres sont plus complexes avec puits et galeries. La fracturation du minerai se fait, comme dans le cas du quartz aurifère, par chauffage de la paroi rocheuse.

1.1.4 Cuivre: procédé métallurgique

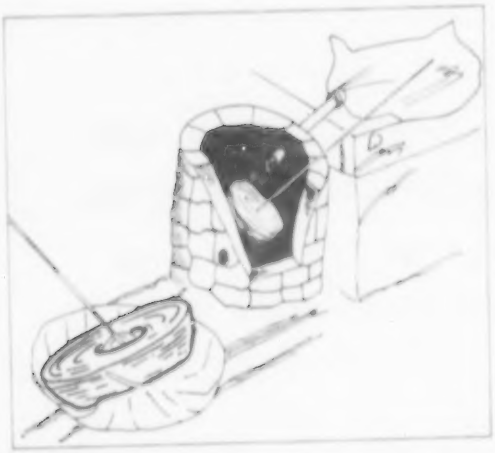
Au début, on utilise le cuivre natif pour faire de petits objets par martelage. La découverte que le cuivre peut être extrait à partir d'un minerai de cuivre ne remonte qu'à environ 4 000 ans av. J.-C. Il est fort probable que ce soit en utilisant leurs fours à poterie que les artisans de l'époque se sont aperçus que l'on peut extraire le cuivre métallique de divers minéraux comme la malachite, la chalcocite, la cuprite etc... Les fours des potiers permettaient à cette époque d'atteindre les températures suffisantes ainsi que l'atmosphère pauvre en oxygène nécessaire à la réduction des minéraux de cuivre en cuivre métallique. De plus, les potiers, en utilisant des minéraux de cuivre comme la malachite pour teinter leur poterie en bleu, en vinrent probablement à déduire que les traces de cuivre retrouvées au fond de leurs fours sont liées à la transformation de ces minéraux.

On augmente,par la suite, l'efficacité des fours en utilisant un soufflet pour attiser le feu et le charbon de bois comme combustible plutôt que le bois. Ceci permet de produire plus facilement une plus grande quantité de métal (fig. 3).



1. Four fait de pierres recouvertes d'argile dans lequel on charge minerai et combustible. Le feu est activé à l'aide d'un soufflet en peau de chèvre.

2. Fonte du minerai. Lorsqu'il atteint 1090° C, le cuivre se dépose au fond du four et la gaugue remonte à la surface. En ouvrant un orifice situé sur le côté on permet à la gangue de s'écouler à l'extérieur.



3. Une fois refroidis, on retire la gangue du creuset extérieur à l'aide d'un crochet et le cuivre au fond du four à l'aide d'une longue tige.

Figure 3

Incidemment, l'utilisation du charbon de bois amène avec les siècles une desctruction des forêts qui provoque des phénomènes d'érosion et de désertification. C'est un des premiers grands impacts qu'a l'industrie humaine sur son environnement.

La découverte de la métallurgie du cuivre quoique primitive à ses débuts (plus de 2,75% de Cu* dans les résidus) permet l'utilisation de minerai

*Cu: Symbole chimique du cuivre

de cuivre sur une plus vaste échelle et ainsi fournit la matière première pour des objets beaucoup plus élaborés.

2. L'AGE DU BRONZE (3 000 Av. J.-C. à 1 000 ans Ap. J.-C.)

La transition entre l'âge du cuivre et l'âge du bronze n'est pas nette et varie selon les civilisations. Le passage de l'un à l'autre ne signifie pas l'abandon de l'usage d'un métal pour un autre mais plutôt une évolution technologique permettant la production d'alliage. Un alliage est une combinaison de divers métaux ou de métaux et d'autres éléments chimiques qui permettent de former un composé aux propriétés différentes que celles que possèdent les métaux ou éléments pris isolement.

Le bronze est un alliage de cuivre (Cu)* et d'un autre métal, généralement l'étain (Sn)*, dans des proportions de 90% de cuivre pour 10% d'étain. Cet alliage permet de développer un métal beaucoup plus résistant que le cuivre seul mais qui demeure quand même facilement transformable.

METAL		CUIVRE	BRONZE
COMPOSITION		100% Cu*	90%Cu* 10% Sn*
Dureté	Après coulée	50	90
	Après martelage	128	228

* Cu: symbole chimique du cuivre
Sn: symbole chimique de l'étain

Les premiers bronzes sont produits à partir d'un cuivre riche en arsenic. Ce bronze n'a pas un grand usage probablement à cause du dégagement lors de la chauffe de vapeurs toxiques contenant de l'arsenic.

La découverte de la supériorité de l'alliage cuivre/étain sur le cuivre ou l'étain seul demeure un mystère. Bien des peuples qui utilisent le bronze à cette époque minent l'étain et le cuivre en des endroits différents. Ce n'est donc pas la fusion par hazard d'un dépôt de cuivre et d'étain qui permet la découverte du bronze. Quoiqu'il en soit, l'utilisation du bronze permet le développement d'une véritable industrie métallurgique comportant les divers processus d'extraction, de traitement du minerai, de fabrication d'outils et d'armes, du stockage de tous ces produits pour des transactions extérieures.

D'autres métaux tels que l'argent et le plomb sont aussi minés, transformés et utilisés soit pour des objets décoratifs ou comme valeur d'échange pour l'argent, soit pour des objets utilitaires pour le plomb. Le plomb est très souvent argentifère* et le procédé permettant la séparation des deux métaux est connu dès 2 500 ans av. J.-C.

* contient de l'argent

2.1 EXTRACTION ET PROCEDE METALLURGIQUE

2.1.1 Extraction

L'extraction des métaux à l'âge du bronze est semblable à celle décrite pendant l'âge du cuivre, les travaux prenant cependant plus d'ampleur. Voici 2 exemples de cette époque:

2.1.2 Les mines de cuivre du Mitterberg dans les Alpes autrichiennes

Ces mines sont exploitées à la fin de l'âge de bronze. On a retrouvé sur un front de 1 600 mètres à flanc de montagne des galeries (environ 32) s'enfonçant jusqu'à 120 mètres de profondeur. Ces travaux de minage du cuivre demandent l'emploi d'une main-d'oeuvre nombreuse. On a calculé qu'environ 180 hommes par galerie sont nécessaires pour couvrir l'ensemble des processus d'extraction et de première fusion du métal. De nouvelles tecnniques pour faciliter le drainage, la ventilation et le soutènement sont utilisées dans ces mines. Pour améliorer le drainage, ou creuse des conduits qui servent à ramasser et évacuer les eaux souterraines. La ventilation est facilitée en réunissant plusieurs puits entre eux (2 ou plus). On boise les galeries qui ont des murs instables et on utilise de la mousse et de l'argile pour remplir les espaces entre les planches recouvrant les murs.

2.1.3 Les mines de plomb-argent de Laurium en Grèce

Ces mines utilisent plus de 20 000 esclaves. Les travaux d'extraction se font à ciel ouvert ou par galeries souterraines. Plus de 2 000 puits sont creusés. Les puits principaux ont environ 1 m X 1,5 m. Ils sont verticaux ou inclinés. Les galeries ont de 0.75 m à 1 m de hauteur et de largeur, ce qui oblige le mineur à travailler à genoux, sur le ventre ou sur le dos. Les outils qu'il utilise pour l'extraction sont rudimentaires: marteau, ciseaux, pic et pelle.

On laisse en place des piliers de minerais pour soutenir le plafond. Rarement, utilise-t-on le boisage. L'éclairage se fait à l'aide d'un contenant rempli d'huile dans lequel baigne une mèche. Le transport du minerai à la surface s'effectue à l'aide de sacs de cuir ou de paniers d'osier remontés soit à l'aide de treuils ou à dos d'homme le long de puits inclinés. (Fig. 4).

Reproduction d'une illustration retrouvée sur un vase grec. Cettre illustration montre des mineurs se servant de pics pour extraire le minerai et de paniers d'osier pour le transporter à la surface.

Fig. 4 - Tiré de Mining; an International History. Temple John. New York, Preager, 1972, p. 61.

2.1.4 Procédés métallurgiques

Dépendant des endroits, les sites d'extraction sont accompagnés ou non de sites de transformation des métaux bruts en bronze. La production d'outils, d'armes et autres objets à partir du bronze se fait sur place ou dans des centres spécialisés, parfois aussi par des forgerons nomades qui se déplacent au gré des commandes.

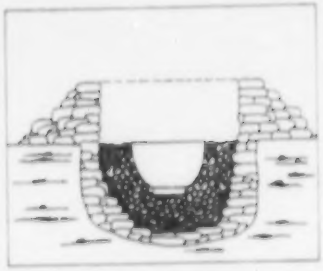
La métallurgie se raffine par la possibilité d'utiliser des fours de fusion plus efficaces où l'on peut atteindre des températures élevées (fig. 5). Les techniques de coulage et de moulage deviennent plus élaborées et permettent de réaliser une variété d'objets autant usuels que décoratifs.

La variété d'usages possibles ainsi que la disponibilité du métal transforment la société primitive.

Vue en section, de divers types de fourneaux utilisés par les forgerons itinérants pour fondre le bronze.

- le four est une simple ouverture creusée dans le sol
- cette ouverture est emplie de combustible
- le creuset contenant le bronze à fondre est enfoui dans le centre du combustible.

- on améliore le four en doublant l'ouverture avec de la pierre.
- comme pour le four précédent, le creuset contenant le bronze à fondre est enfoui dans le combustible.



- le four est une version améliorée du précédent.
- on lui a ajouté un muret de pierre tout autour de l'ouverture.
- ceci permettait probablement de mieux conserver et controler la chaleur émise par le combustible.

Figure 5

3. L'AGE DU FER (1 000 av. J. C. à 0 an):*

Des objets en fer ont été retrouvés avant cette période, mais la source du minerai provenait d'un type de météorites métalliques constitué de fer: les sidérites. Ce "métal céleste", comme on le nommait en Orient, a aussi été utilisé jusqu'à tout récemment par les peuplades esquimaudes. Elles s'approvisionnaient en fer, en détachant des éclats de météorites tombées sur leur territoire. Ces éclats inclus dans des morceaux d'os ou d'ivoire leur servaient de couteaux rudimentaires.

La découverte de la métallurgie du fer, une véritable révolution technologique pour cette époque, permet de répandre son usage et de supplanter le cuivre et le bronze dans la fabrication des armes et des objets usuels. Le minerai de fer est très abondant. Il peut être extrait facilement de plusieurs dépôts de surface. Sa présence n'est pas confinée comme bien d'autres métaux à des régions précises. Toute les peuplades peuvent donc se prévaloir de son utilisation.

3.1 EXTRACTION

Les processus d'extraction minière pendant cette période ne connaissent pas de développement notable pour les métaux tels que le cuivre, l'étain, le plomb, etc... Pour ce qui est du

* Pour des raisons pratiques, la durée de l'âge du fer a été confinée, dans ce texte, à la période allant de 1 000 ans av. J.-C. à 0 an. En fait, l'extraction du fer domina l'industrie jusqu'au XVIIème siècle, moment où commença l'extraction massive du charbon.

fer, son abondance favorise le minage des dépôts à ciel ouvert. La possibilité d'innovation technique que permet l'abondance du fer coïncide avec l'augmentation de la qualité de vie et l'usage de plus en plus fréquent de la pierre taillée pour l'érection des bâtiments et monuments.

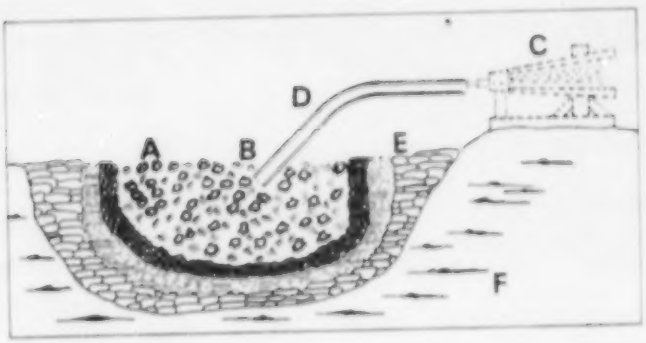
3.2 PROCEDE METALLURGIQUE

La métallurgie du fer est complexe. Elle exige des températures de fusion de 2 000°C, une atmosphère réductrice, c'est-à-dire sans oxygène et la présence de carbone (fournie par le charbon de bois) pour pouvoir fixer l'oxygène présent dans le minerai de fer brut (fig. 6)

Vue en section, d'un fourneau utilisé dans l'antiquité, pour l'extraction de fer.

A- Minerai

B- Combustible



C- Soufflet

D- Tuyère

E- Doublure de pierres et d'argile

F- Sol

Figure 6

Le fer ne peut se travailler à froid par martelage comme le cuivre. Il doit être porté au rouge pour être malléable, ce qui implique la conception d'outils tels que les pincettes pour pouvoir le manipuler lorsqu'il est dans cet état. La maîtrise de la métallurgie se fait lentement et la coexistence de l'utilisation de la pierre, du cuivre, du bronze, et du fer pour un même usage se poursuit pendant plusieurs siècles. L'examen d'objets en fer de cette époque montre cependant que certains peuples sont au fait des techniques de cémentation permettant d'obtenir l'acier. La cémentation est la transformation du fer en acier. Cette transformation se produit lorsque le fer chauffé absorbe du carbone provenant du charbon de bois utilisé pour chauffer le four.

L'acier est donc un alliage de fer et de carbone qui permet de produire un métal beaucoup plus résistant que le fer seul.

Les peuples de cette époque connaissent aussi le laminage du fer permettant, entre autres, la confection de cercles de roue de char. Cette invention est comparable à celle pour notre époque du pneu de caoutchouc (fig. 7).

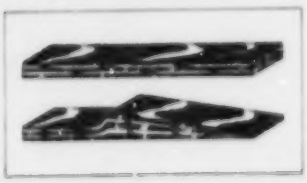
Laminage du Fer

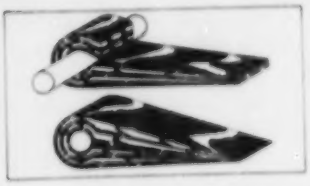
Technique développée par les fondeurs européens au cours du premier millénaire avant J.-C.

1. Production, par chauffage et martelage de deux barres de fer carburé (imprégné de carbone). La barre de fer A est chauffée plus longuement et contient donc plus de carbone. Elle est plus dure que la barre de fer B. Par la suite la barre de fer A est divisée en 3 morceaux et la barre de fer B en 2 morceaux.

2. Superposition de morceaux d acier dur, a, et d'acier doux, b.

3. Chauffage et martelage d'une barre de fer unique qui constitue une barre d'acier laminé. Par la suite le forgeron peu travailler la barre pour en faire divers objets. On représente ici le façonnage d'une lame de hache.





4. Production par chauffage et martelage d'une lame de hache.

Figure 7

III. 1er SIÈCLE AU XVIÈME SIÈCLE (0 à 1 500 ANS ap. J.-C.)

Les techniques progressent lentement et s'attardent à résoudre les problèmes entrainés par l'approfondissement des exploitations minières souterraines. Ces problèmes sont les mêmes que ceux rencontrés aujourd'hui soit, entre autres, la ventilation, l'élimination de l'eau souterraine, le transport à la surface des minerais extraits, etc...

1. DRAINAGE

L'élimination de l'eau des travaux souterrains a toujours été un grave problème pour les exploitations minières. Nombre d'exploitations ont été abandonnées à la suite de l'impossibilité de contrôler ce problème.

Diverses solutions ont été appliquées à celui-ci, entre autres:

1.1 GALERIES-PUISARD

Figure 8

Des galeries sont creusées sous les travaux miniers de façon à abaisser le niveau d'eau et à recueillir les eaux produites dans les niveaux supérieurs. Cette technique est employée lorsque la configuration topographique le permet. Elle est employée dès l'âge de bronze et on la retrouve encore utilisée dans l'exploitation du charbon en Angleterre au XVIIIème et XIXème siècles, (fig. 8).

1.2 ROUES A GODET

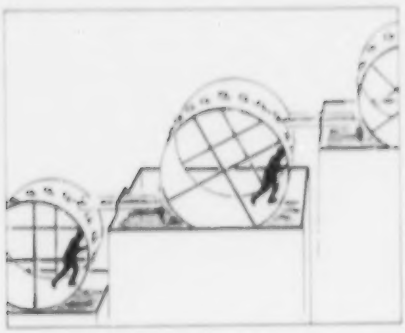


Figure 9

A la mine Rio Tinto, située à San Domingo, au Portugal, on a mis à jour, en 1920, une installation datant du IIIème siècle. Il s'agit d'un système de 8 roues à godet placées en séries. Ces roues sont actionnées par la force humaine. Chacune permet d'élever l'eau d'une hauteur de 3,7 m. jusqu'à une citerne située plus haut. Là, une autre roue permet à son tour d'élever l'eau à un niveau supérieur. Cet arrangement successif élève l'eau sur une hauteur de plus de 29 m. au rythme de 90 litre/minute (Voir la schématisation de ce principe à la figure 9).

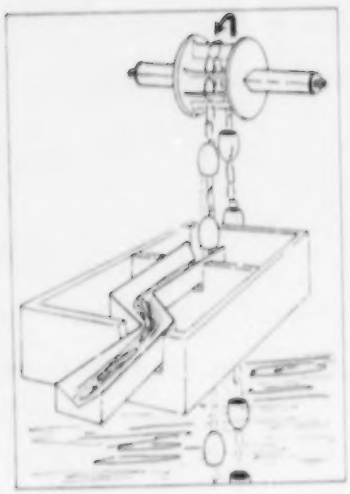


Figure 10

1.3 CHAINE SANS FIN

Chaîne à laquelle est accrochée une multitude de petites balles de métal creuses. La chaîne est actionnée par une roue qui tourne à l'aide de la force humaine ou animale. Ces balles s'emplissent d'eau en passant dans un puisard et déversent cette eau dans une canalisation en arrivant au sommet de leur course (fig. 10).

1.4 VIS A EAU

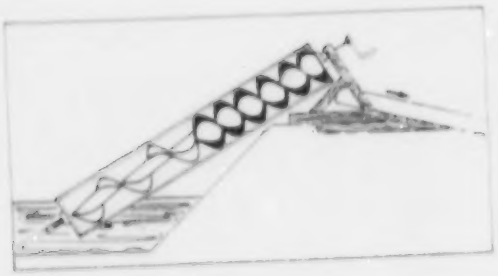


Figure 11

L'utilisation de la vis à eau fait son apparition après l'invention de la vis sans fin par Archimède. La vis est incluse dans un cylindre de bois. La partie inférieure du cylindre est plongée dans l'eau, avec un angle pouvant atteindre 30°. La rotation de la vis entraîne l'eau vers le haut où elle est déversée dans une citerne. La disposition successive de plusieurs de ces types d'installations permet d'élever l'eau sur des hauteurs importantes. C'est un système qui est coûteux en installation et en main-d'oeuvre (fig. 11).

2. VENTILATION

Les problèmes de ventilation sont contrôlés par la conjugaison de puits reliés par des galeries communes. Parfois on allume un feu à la base de l'un d'eux pour augmenter l'échange d'air.

Des systèmes de ventilation mus soit par la force hydraulique ou par la force animale sont aussi utilisés. L'efficatité de ces moyens semble relative (fig. 12).

3. TRANSPORT A LA SURFACE DE MINERAI

L'emploi de treuils se généralise, ceux-ci utilisent la roue à eau, le manège animal ou la force humaine comme source d'énergie (fig. 13).

On note aussi l'utilisation au XIVème et XVème siècles et possiblement plus tôt, de wagonnets montés sur rail de bois pour le transport dans les galeries et entre le point de sortie en surface et le lieu d'entreposage ou de traitement du minerai. Ces wagons sont poussés à la main ou tirés par des chevaux.

Systèmes de ventilation utilisés au 16ième siècle

Ventilation d'une galerie

le soufflet sert à pousser l'air dans la galerie (A) en utilisant le conduit (B).

Ventilation d'un puit

le soufflet (C), aspire l'air du puit (D) à l'aide du conduit (B), et le propulse à l'extérieur.

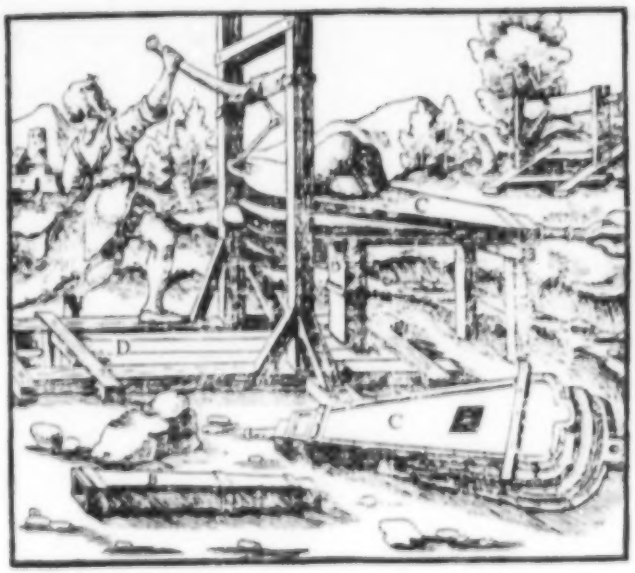
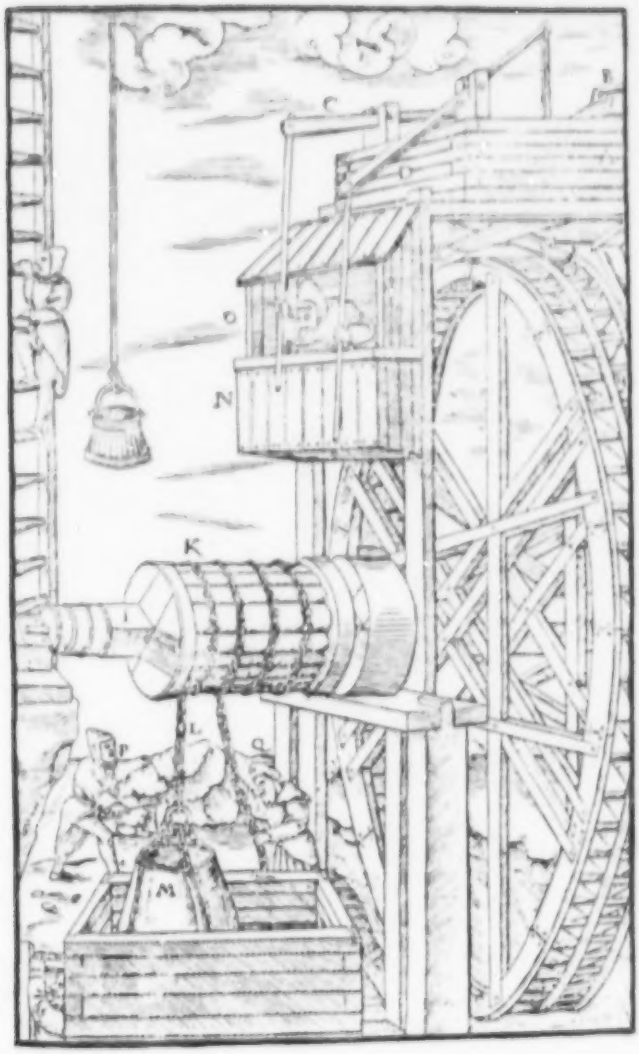


Figure 12

Tiré de Agricole George, DeRe Metallica, Dover Publication, New York, 1950, p. 208 et 209.



Treuil utilisé au 16ième siècle pour la remontée du minerai

L'homme en (O), controle le mouvement de la roue à l'aide des tiges (C) et (D). Ces tiges permettent à l'eau provenant de (B) de s'écouler soit vers la droite, soit vers la gauche et donc de faire tourner la roue dans un sens ou l'autre. Ce mouvement entraîne l'axe (K) et permet de remonter ou de descendre dans le puit le contenant (M).

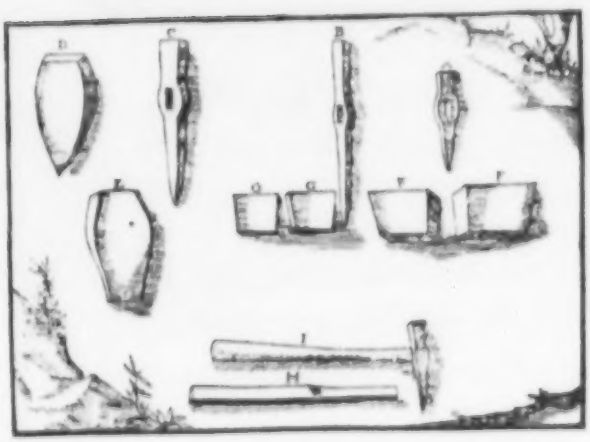
Figure 13

Tiré de Agricola George, DeRe Metallica, Dover Publications, New York, 1950, p. 199.

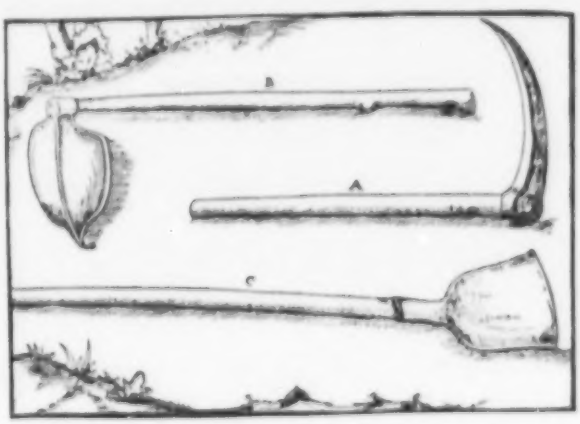
4. METHODE DE MINAGE

Les méthodes de minage ainsi que les instruments utilisés ne connaissent pas une évolution considérable. L'extraction se fait en se servant du pic et de la pelle. L'usage de coins et de masses est aussi en usage (fig. 14a). Le chauffage des parois dans les mines métalliques continue à être utilisé. Cette méthode en usage dès l'âge de cuivre consiste à allumer un feu au pied de la paroi rocheuse à extraire. Le chauffage fait éclater le roc et cet éclatement peu être augmenté si on arrose la paroi chauffée avec de l'eau froide(fig. 14 b).

L'utilisation de la poudre explosive dans les mines remonte probablement au XVème siècle sans que son usage soit encore très courant. Il faut en effet forer à la main les trous nécessaires à la réception de la charge ce qui représente une tâche longue et ardue.



Coins, masses, pics



Pelle, bêche, pic

Outils utilisés pour extraire le minerai au 16ième siècle

Figure 14 a

Le chauffage des parois, technique d'extraction utilisée au 16ième siècle

L'extrémité des baguettes de bois utilisées comme combustible, est taillée en biseau par l'homme en (B). Ceci permet de monter des piles de bois sur un ou deux étages, selon les besoins, comme en (A). Le chauffage dégage dez gaz toxiques et les mineurs (C) doivent se dépêcher de regagner la surface.

Figure 14b

Tiré de Agricola George, De Re Metallica, Dover Publications
New Yor, 1950, p. 120.

IV. XVIEME SIÈCLE AU XIXEME SIÈCLE (1 500 AP. J.-C. A 1 800 ANS AP. J.-C.)

1. DRAINAGE

Les systèmes décrits pendant la période précédente (Ere chrétienne au XVème siècle) continuent d'être employés. Vers le 17ème siècle, on commence à s'intéresser à la vapeur comme source d'énergie pour actionner des pompes. En 1712, T. Newcomen met au point un engin à vapeur qui permet d'élever 45 litres d'eau à la minute sur une hauteur de 40 m. Plus d'une centaine de ces engins sont installés à la fin du 18ème siècle. Diverses améliorations sont apportées au principe de Newcomen et les pompes à vapeur seront utilisées dans les mines jusqu'au début du 20ème siècle soit jusqu'a ce que l'électricité prenne la relève comme source d'énergie.

L'utilisation de l'électricité permet alors de réduire considérablement la taille des engins de pompage tout en augmentant leur capacité.

2. VENTILATION

L'efficacité de la ventilation peut être augmentée dès qu'une source d'énergie nécessaire à l'entraînement de ventilateurs devient disponible. C'est la vapeur qui, au 18ème siècle, fournit cette énergie. Par la suite, l'électricité prit le relais.

Les mines de charbon connaissent des problèmes particuliers de ventilation à cause de la présence de gaz et de poussière qui entraînent au 19ème siècle et au début du 20ème siècle, des

explosions désastreuses. Plusieurs milliers de mineurs laissent leur vie dans ces explosions.

En plus de l'amélioration de la ventilation, le développement de lampes de mineur sécuritaires, en particulier celle de H. Davy en 1815, contribua à éliminer le danger d'explosions produites par la flamme nue de la lampe ou de la chandelle utilisée pour l'éclairage.

3. TRANSPORT A LA SURFACE DU MINERAI

Le transport sous-terre se mécanise avec l'introduction du convoyeur actionné à la vapeur et, par la suite, à l'électricité. Des locomotives électriques et diésels sont utilisées à la fin du 19ème siècle. Puis, au début du 20ème siècle, apparaissent les locomotives mues à l'air comprimé.

Le 20ème siècle voit aussi se développer toute une série d'engins mus à l'air comprimé, à l'électricité, au diesel et qui servent à charger le minerai.

Le transport du minerai à la surface par le puits profite du développement des engins à vapeur dès le XVIIIème siècle. Des améliorations dans la conception des cages par l'utilisation de guides, par l'usage de câbles d'acier beaucoup moins lourds que les chaînes traditionnellement utilisées, permettent un transport beaucoup plus efficace.

4. MÉTHODE DE MINAGE

L'usage du chauffage des parois pour fracturer la roche continue d'être en usage jusqu'à la fin du XIXème siècle. Dès le XVIIème siècle, on introduit des explosifs et ceux-ci remplacent peu à peu la méthode de chauffage des parois.

Au début, on utilise de la poudre à canon simplement placée contre la face à fracturer. Cette méthode est inefficace et consomme une grande quantité d'explosifs. Pour pallier à ce fait, on commence à forer des ouvertures dans le roc. Ces ouvertures sont creusées par le martelage répétitif, à l'aide d'une lourde masse, d'une tige d'acier affûtée en ciseau. On peut imaginer l'ampleur du travail nécessitée par cette tâche. Par la suite, les trous sont bourrés de poudre et scellés à l'aide d'argile. Une paille emplie de poudre sert de mèche et elle est insérée dans le trou. Elle fournit le délai nécessaire au mineur pour se réfugier dans un endroit sécuritaire après l'allumage de la mèche. L'invention d'une mèche de sûreté au début du 19ème siècle améliore cette procédure.

Les innovations majeures, par la suite, consistent en l'invention et le perfectionnement de marteaux perforateurs mécaniques utilisant la vapeur puis l'air comprimé comme source d'énergie. L'acier des tiges perforatrices pose un problème de longévité de l'aiguisage jusque vers 1950. Il faut réaiguiser l'instrument souvent après

moins de 30 cm de pénétration dans le roc. La mise au point des aciers au carbure de tungstène révolutionne le forage en permettant d'augmenter la vitesse de forage et la durée de vie de la tige de forage.

Alfred Nobel apporte une contribution importante en développant de nouveaux types d'explosifs. D'abord, la célèbre nitroglycérine puis différents explosifs à base de nitrate de sodium et divers ingrédients. D'autres types d'explosifs ayant la propriété de résister à l'eau ont aussi été développés.

Les nouveaux outils de forage, l'utilisation d'explosifs efficaces et variés donnent plus de latitude pour exploiter les gisements. Ces innovations annoncent le développement de nouvelles méthodes de minage qui prendront toute leur ampleur à partir du XIXème siècle.

V. XIXEME SIECLE A AUJOURD'HUI (1 800 ANS ap. J.-C. A AUJOURD'HUI)

L'AGE DE L'ENERGIE

Jusqu'à cette période, l'énergie utilisée pour actionner les diverses machines utilisées est fournie en grande partie par la traction animale. Boeuf, chevaux, hommes servent à tirer des charges, faire tourner des treuils etc...

L'invention de la machine à vapeur au XVIIIème siècle apporte de nombreux changements mais il faut attendre la fin du XIX et le début du XXème siècle pour que l'énergie d'origine animale soit remplacée. C'est l'arrivée de l'électricité et l'utilisation des combustibles fossiles comme le charbon et le pétrole qui permet ce remplacement.

C'est l'âge de l'énergie. En effet l'usage de l'électricité, du pétrole, du charbon a révolutionné l'industrie. L'énergie est abondante, disponible, peu dispendieuse. On peut la transporter là ou c'est nécessaire (pipeline, lignes haute-tension etc...) la stocker (réservoir, batterie etc...) pour un usage ultérieur. Cette souplesse d'utilisation a permis la conception de machinerie efficace et a changé profondément l'industrie minière. Dans la vie de tous les jours, on imaginerait difficilement vivre sans électricité. Nous comptons sur elle pour nous chauffer, nous éclairer, nous divertir, etc...Dans la mine c'est le même phénomène, pas d'électricité... pas de mine.

1. NOUVEAUX MINERAUX

De nouvelles techniques d'exploitation minière et de métallurgie font leur apparition durant la même période. Ces techniques permettent d'augmenter sensiblement la production de certains minéraux et aussi d'en utiliser de nouveaux.

1.1 Le charbon

Le minage du charbon occupe une place importante en Angleterre dès le XVIIIème siècle. Mais un développement majeur de cette industrie ne débute véritablement qu'au XIXeme siècle dans le reste de l'Europe et les Etats-Unis. L'invention des machines à vapeur qui consomment de grandes quantités de charbon en décuplent la demande.

1.2 Le pétrole

Le pétrole est connu depuis l'antiquité mais la découverte de dépôts par forage ne remonte qu'en 1857 au Canada et en Roumanie puis en 1859, en Pennsylvanie. Utilisé au départ essentiellement pour fournir du kérosène pour les lampes à pétrole, de nombreux autres usages lui sont trouvés, le plus important étant comme source d'énergie pour les moyens de transport.

1.3 L'uranium

L'explosion de bombes atomiques à Nagasaki et à Hiroshima au Japon, en 1945, a fait prendre conscience à l'humanité de ce que représente l'énergie nucléaire. Suite à cet événement, chaque pays concerné par la défense voulut s'assurer d'un approvisionnement stable d'uranium, ce qui entraîna de vastes campagnes d'exploration pour les dépôts uranifères dans les années 1950. Depuis, des usages dits "pacifiques" ont été trouvés à l'atome entre autres comme source d'énergie pour les centrales électriques nucléaires. L'uranium est actuellement au centre d'une controverse au niveau mondial quant à son utilisation, que ce soit pour des fins "pacifiques" ou de défense. Ici même, au Québec, un moratoire qui suspend le droit d'utiliser l'énergie atomique a été institué. Ce moratoire n'empêche cependant pas l'exploration et éventuellement l'exploitation de dépôts d'uranium.

1.4 L'aluminium

L'aluminium est produit en laboratoire en 1845. Le procédé d'extraction de ce métal tel que connu aujourd'hui n'est inventé qu'en 1886. Ce métal connaît par la suite un développement inégalé. De nombreuses utilisations lui sont trouvées à cause de sa légèreté et de sa grande conductivité électrique et calorifique.

1.5 Dépôts polymétalliques

Ces dépôts comme leur nom l'indique, contiennent plusieurs métaux. Exemple: cuivre - zinc - or - argent; plomb - argent; cuivre - zinc - plomb; etc... La récupération économique de chacun des métaux contenus dans ces gisements est rendue possible par la mise au point de la technique métallurgique de flottation. Cette technique permet, en injectant de l'air dans un mélange de minerai broyé et de liquide, de faire flotter sélectivement certains minéraux et donc, de les séparer par la suite du reste de la masse.

L'exploitation de dépôts polymétalliques par le minage à ciel ouvert utilisant des techniques d'extraction à grande échelle rend profitable la récupération de gîtes à faible teneur et fort tonnage situé près de la surface.

2. METHODES DE MINAGE

La possibilité d'utiliser l'électricité et le pétrole pour actionner la machinerie amène le développement d'équipement spécialisé pour le transport du minerai, le forage, le sautage etc... Ces nouveaux équipements, l'utilisation efficace de nouveaux types d'explosifs, la compréhension grandissante par les ingénieurs des forces contrôlant un massif rocheux ont permis le développement de toute une nouvelle approche en matière de méthode d'exploitation minière.

Des méthodes de minage telles que chambres et magasins, coupe et remblais, abattage par sous-niveaux, long-trous d'abattage, etc... sont maintenant couramment employées et ont permis d'augmenter de beaucoup la productivité minière. Cette augmentation de la productivité permet d'abaisser les conditions limites qui font qu'un gisement est considéré économiquement exploitable.

VI. ÉVOLUTION DES CONDITIONS DE TRAVAIL ET DU STATUT DE MINEUR

Le statut de mineur et les conditions de travail de celui-ci ont beaucoup changé au cours des siècles.

Jusqu'au Moyen-Âge, soit vers le Vème siècle, la majorité des travailleurs dans les mines sont des esclaves, plusieurs vivent continuellement sous-terre. Les mines servent souvent de prison, les possibilités d'évasion y étant très limitées. Dans ces conditions, le taux de mortalité est très élevé et on ne peut dire que le métier de mineur soit très recherché. Même pour un esclave, c'est la dernière tâche à laquelle il souhaite s'adonner.

La chûte de l'empire romain au Vème siècle entraîne la dislocation des complexes industriels et miniers. La nécessité pour les communautés de se défendre des hordes barbares presse celles-ci à se regrouper autour de seigneurs ou de monastères. Ce regroupement amène l'instauration du système féodal. L'activité minière et toute autre activité industrielle cesse quasi complètement durant cette période, soit du Vème au XIème siècles.

Par la suite, la prospection minière s'effectue sur une base individuelle. Les serfs sont libérés de leurs servitudes par les seigneurs de façon à leur permettre de rechercher des dépôts

minéralisés. Les privilèges des mineurs s'accroissent peu à peu. Ces privilèges comprennent, selon les pays, des droits d'occupation, des exemptions de taxes, des assurances accidents, assurance-vie et régime de retraite.

A partir du XVIème siècle, l'accroissement de la taille des opérations minières élimine l'exploitation sur une base individuelle. Les mineurs vendent peu à peu leurs droits à des compagnies minières. Ces compagnies engagent par la suite les mineurs à salaire.

Ce changement dans l'organisation du travail amène une perte de statut et privilèges chez les mineurs. Les conditions de travail se dégradent et il faut attendre le XIXème siècle pour que des lois telles que l'interdiction de faire travailler des enfants de moins de 13 ans soient adoptées en Angleterre et dans d'autres pays. C'est la nécessité pour les travailleurs miniers d'empêcher des abus de la part de leurs employeurs et d'obtenir des conditions de travail décentes qui amènent la formation d'unions ouvrières. Ces syndicats auront à mener des luttes parfois très difficiles pour arriver à faire respecter les droits des mineurs.

Le XXème siècle connaît une évolution rapide des conditions de travail pour le mineur. Le développement scientifique et technologique permet la conception d'outillage de plus en plus spécialisé qui tout en

accroissant la productivité facilite la tâche du mineur. L'importance accordée par les gouvernements actuels aux problèmes de santé et de sécurité du travail suite aux pressions exercées par les travailleurs amène la création de toute une série de lois et de normes régissant les conditions dans lesquelles doit s'exercer le travail. Les compagnies minières elles-mêmes sont sensibilisées à la notion de santé et de sécurité d'autant plus que cette notion se conjugue à celle de rentabilité. Le statut de mineur continue d'évoluer et depuis quelques années, de nombreuses compagnies minières se sont impliquées dans la formation de leurs travailleurs.

De plus en plus, l'industrie est consciente des besoins de formation nécessaire à un individu qui veut devenir mineur. Former un mineur "sur le tas", c'est long et ça n'assure pas nécessairement une formation de qualité.

On peut donc prévoir qu'à moyen terme, la nécessité d'augmenter les compétences requises pour exercer le métier de mineur aura un effet positif sur le statut même de ce métier.

BIBLIOGRAPHIE

Agricola, Georg 1556. De re métallica, traduit du latin par H.C. Hoover avec compte-rendu de l'évolution de l'industrie de l'antiquité au XVIème siècle, New-York, Dover Publications, 1950, 638 pages.

Aichison, Leslie, A History of metals, vol. 1, New-York, Interscience publishers, 1969, 303 p.

Calle, Chita de la, Les origines de la civilisation technique, Tome 1, Histoire générale des techniques, Paris, Presses universitaires de France, 1962.

Gregory, Cedric E. A concise history of mining, New York, Pergamon Press, 1980, 259 pages.

Knauth, Percy, La découverte du métal, New York, Editions Time-Life, 1974, 160 pages.

Temple, John, Mining: An International History, New York, Praeger, 1972, 143 pages.

ANNEXE 1

Progression de l'évolution de l'industrie minière dans le temps